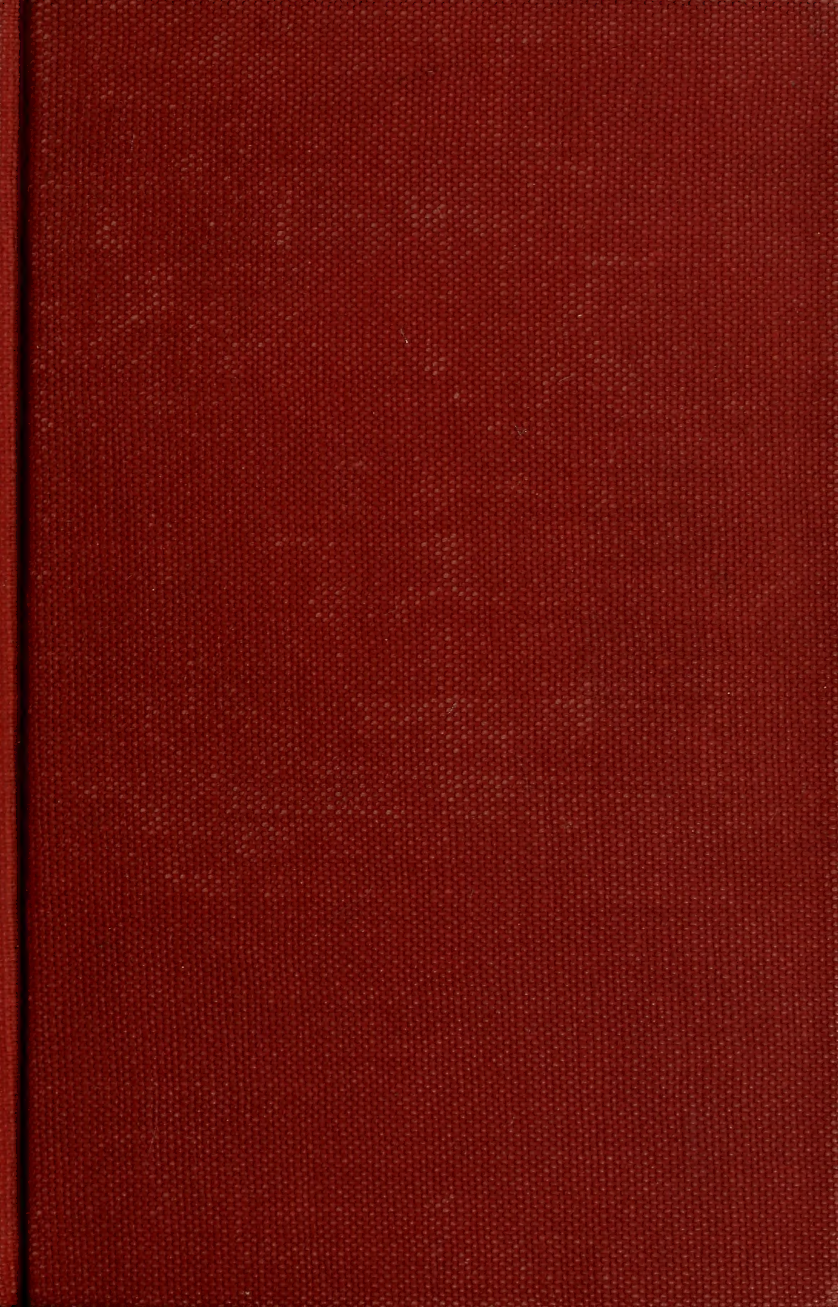
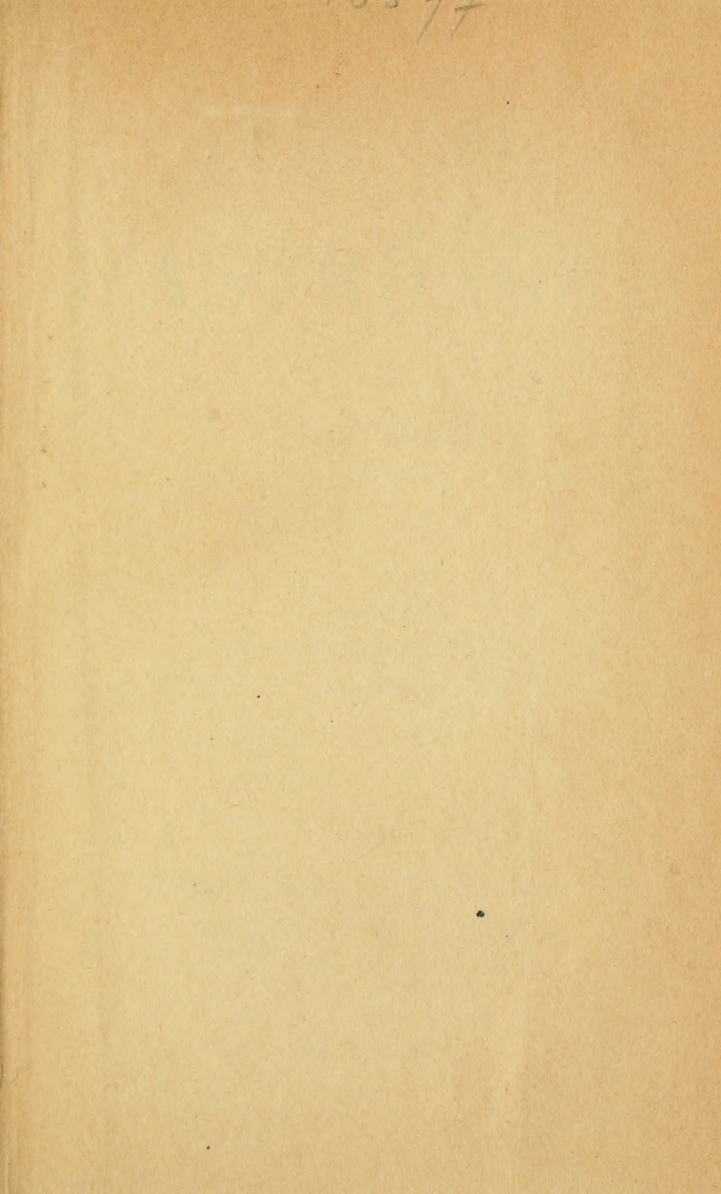



SEAL OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LET THERE BE LIGHT
1868



HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE

PAR

E. DOUBLET

ASTRONOME DE L'OBSERVATOIRE DE BORDEAUX

Avec figure dans le texte

PARIS

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN

GASTON DOIN, ÉDITEUR

8, PLACE DE L'ODÉON, 8

—

1922

A LA MÉMOIRE

DE MES PARENTS

Gaston DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon, Paris, 6e

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE

D'ASTRONOMIE ET PHYSIQUE CÉLESTE

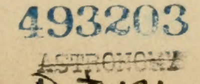
Directeur : J. MASCART

Directeur de l'Observatoire de Lyon

L'astronomie est, assurément, la plus troublante des sciences, celle qui su[t] mettre en jeu, depuis la plus haute antiquité, les réflex[e]s humains les plus mystérieux, l'angoisse de l'indéfini et l'angoisse du temps. Si les phénomènes extérieurs n'avaient pas imposé à l'esprit la nécessité d'un milieu, d'un espace, dont ils sont en même temps et la condition [et] la conséquence ; si, par là, ces phénomènes ne s'éta[ie]nt pas montrés réciproquement dépendants, le mond[e] n'eût été pour l'homme qu'un état de réalité apparente, et sans répercussion possible sur l'individu.

Mais il en est autrement : les manifestations célestes, ou atmosphériques, sont trop absolues, trop douloureuses, pour ne pas imposer une nécessité objective, matérielle. Et l'homme eut recours à l'étude des faits — dans le but non dissimilé de les prévoir.

Il s'agissait donc, tout d'abord, de fixer les positions des objets et d'en étudier les variations possibles ; de préciser, dans le temps, la situation des singularités célestes pour en



prédire le retour : et, à cet égard, la persévérance et l'habileté des anciens restent, à l'heure actuelle, des objets dignes d'admiration. L'astronomie de position, depuis la plus haute antiquité, fut l'objet unique et assez vaste de la curiosité : ses développements incessants, sauf en ce qui concerne un Moyen âge ténébreux, imposent à Képler une nouvelle conception mécanique et font, à la fin du XIXe siècle, un véritable monument d'observations patientes et précises.

A côté de la voie principale, quels ne sont pas les sentiers où il fallut s'engager !

L'exécution des calculs numériques tint bientôt une place prépondérante et nécessita les travaux les plus délicats pour être rendue aussi simple, aussi aisée, aussi rapide que possible ; l'étude des erreurs, systématiques ou accidentelles, vint dominer l'approximation pour soumettre les méthodes aux procédés d'observation. Ainsi, sans aucun doute, fut créée une science à part, véritable prolongement des mathématiques pures, science du calcul proprement dit : ses principes sont de la plus haute utilité pour tous ceux qui, dans un ordre d'application quelconque, ont à exécuter sur des nombres des opérations plus ou moins compliquées, et les variantes du calcul graphique ou du calcul mécanique sont loin d'avoir donné toute leur mesure.

La mécanique de Newton allait poser à l'analyse pure une des énigmes les plus redoutables de la mathématique, à l'heure même où les physiciens et les artistes devaient rivaliser d'ingéniosité et de talent pour aboutir aux puissantes ressources de l'optique moderne.

Et il ne faudrait pas croire que la géométrie pure, elle-même, soit restée en dehors de cette influence : arpentage dès l'origine, elle tend à la mesure des objets terrestres et de leurs formes, et, sous la pression de l'astronomie, elle

engendre bientôt la topographie, la géodésie, avec tout leur appareil de mesures délicates et de calculs très précis.

Est-il besoin de se demander ce que deviendrait le navigateur privé des ressources de l'astronomie ? Faut-il s'appesantir sur la répercussion de cette science en ce qui concerne la cartographie, la métrologie, la géométrie perspective ou la métrophotographie, la météorologie ou la sismologie?

Il y a plus encore : la chimie, jusqu'alors écartée, va être interrogée dans son mécanisme le plus intime et le plus profond, et par l'analyse spectrale, et par la photographie. Ce sont les plus profondes transformations, et elles datent d'hier. Non content de l'aspect et des trajectoires des astres, l'astronome veut en sonder la structure, le mécanisme — et l'avenir — par l'analyse spectrale ; insatiable dans son besoin de précision, il veut photographier le ciel, le fixer, le figer sur une plaque. Mais, alors, la nature se refuse, la matière se révolte ; l'instrument se cabre devant la précision qu'on lui demande, et mille problèmes nouveaux surgissent pour éviter les plus petites erreurs, pour en trouver l'origine et le remède ; le microscope est buté devant le grain de la gélatine, devant la vie même et la transformation du colloïde.

N'est-ce pas là un domaine immense ? et qui peut songer à l'embrasser ?

Si le développement de l'astronomie est un des plus singuliers, des plus importants et des plus étendus dans la science moderne, les progrès réalisés ont souvent conduit à des révolutions complètes dans les procédés d'observation et de mesure, dans la direction et l'interprétation des expériences ; au cours de ces transformations, il y a lutte incessante entre les vieilles et les nouvelles méthodes, les procédés les plus classiques se transforment, les nouvelles recherches apprennent à utiliser au mieux les données empruntées à des sciences lointaines.

C'est pourquoi l'astronome est conduit, malgré lui, à se spécialiser, impérieuse nécessité qui, à côté de quelques avantages, présente de graves inconvénients. Tout d'abord il abandonne bien des sujets obscurs, sous prétexte qu'ils ne nécessitent pas les puissants instruments modernes ; ici, l'amateur éclairé peut apporter un concours précieux, je dirai même indispensable en bien des questions où il faut encore accumuler des observations systématiques. Il n'y a, en effet, aucun fossé, aucune discontinuité entre l'amateur et le professionnel : d'un terme à l'autre de la série, ce doivent être les mêmes principes scientifiques, la même rigueur et la même probité, les mêmes instruments, les mêmes méthodes.

A ignorer entièrement les autres sentiers, chacun risque de peu connaître, de mal comprendre et de mal interpréter sa propre spécialité, de passer à côté du lien qui peut transformer un petit fait scientifique en une découverte utile et féconde ; à manquer d'érudition, on ne songe pas assez que, tout à coup, le perfectionnement d'un détail peut ramener au premier plan une expérience qui était presque tombée dans l'oubli. Il est souvent utile de bien se souvenir pour bien prévoir.

Puis, de plus en plus, il faut gagner du temps : entre tous les procédés connus, entre tous les instruments si variés, parmi les méthodes si diverses d'observation, de calcul et de réduction, comment choisir le processus le plus sûr, le plus simple et le plus rapide, le mieux approprié au but poursuivi ? Comment avoir une vue d'ensemble immédiate sur l'enchaînement naturel et logique des divers phénomènes, pour comprendre le développement des idées, la genèse des hypothèses, leurs défauts, leurs qualités et leurs nécessités ?

Il est grand temps, aujourd'hui, de décrire l'état des procédés utilisés dans les différentes branches, de les sou-

mettre à une critique sévère, de les mettre au point avec leurs avantages et leurs inconvénients.

L'Encyclopédie s'impose.

En effet, nul ne peut plus songer à écrire un traité d'ensemble : dans un ouvrage volumineux, aussi bien, chacun dégagerait difficilement la spécialité qui l'occupe. D'autre part, il ne fallait pas découper l'astronomie en sujets trop restreints : si chacun veut aller au plus pressé pour se familiariser avec les méthodes spéciales, avec les procédés très particuliers, il faut se garder de perdre de vue un ensemble assez étendu ; car, dégagées de tout cadre, les recherches risqueraient d'apparaître comme des petites pièces détachées, sans lien, insuffisantes pour construire un véritable monument scientifique.

C'est à des desiderata aussi complexes que va s'efforcer de répondre cette Encyclopédie.

Par sa partie générale, elle s'adresse à tous les savants non spécialisés dans les études astronomiques, mais désireux d'en connaître l'histoire et l'évolution, les méthodes et les résultats ; aux amateurs, à tous ceux qui étudient une branche connexe de la science, elle servira de guide pour indiquer tous les écueils sur les routes déjà parcourues ; aux maîtres de l'enseignement, elle sera d'un secours indispensable, épargnant la perte de temps et les recherches pénibles sur lesquelles doit s'appuyer la synthèse, leur évitant de quitter le contact avec les progrès constants et les plus récents qui sont répartis en de lointaines publications ; aux élèves, elle fournit un enseignement écrit précieux, une initiation aux méthodes expérimentales et aux discussions fécondes de la science moderne.

Les professionnels auront tout à gagner à suivre une telle publication : par suite de la pénétration réciproque et nécessaire des sujets, certaines questions sont appelées

à être envisagées dans des volumes distincts, sous des points de vue d'autant plus fructueux qu'ils seront plus différents ; et, tout en élargissant ainsi le champ de leur action, les astronomes se réjouiront de trouver, sur chaque objet, une bibliographie complète et précise qui leur évitera bien des ennuis.

Tel est le plan : il restait àle réaliser.

Ici, les difficultés ne font point défaut, et l'exposé de ce que nous avons voulu faire nous sera une excuse pour les inévitables imperfections. En premier lieu, il fallait imaginer une subdivision un peu arbitraire : elle a été faite pour le mieux, de sorte que chaque volume renferme un ensemble assez étendu. Peut-être telle question, *à la mode* aujourd'hui, paraîtra-t-elle sacrifiée vis-à-vis de telle autre dont l'intérêt nous *semble* épuisé ; mais on voudra bien convenir, en revanche, que le passé même des vieux problèmes porte en lui son enseignement et mérite une étude critique. En second lieu, tous les livres de cette classification ne présentent pas le même caractère d'urgence : en tenant compte des autres publications, des ouvrages récents, nous avons cru préférable de différer, pour l'instant, quelques-uns de ces volumes, qui viendront plus utilement à un autre moment.

Au milieu d'intérêts si divers et d'une satisfaction malaisée, nous avons adopté le plan ci-joint, soutenus uniquement par l'espoir de collaborer à une œuvre logique et utile.

Les volumes sont publiés dans le format in-18 jésus cartonné ; ils forment chacun 350 pages environ avec ou sans figures dans le texte. Chaque ouvrage se vend séparément.

Voir, à la fin du volume, la notice sur l'ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE, pour les conditions générales de publication.

TABLE DES VOLUMES
ET LISTE DES COLLABORATEURS

*Les volumes publiés sont indiqués par un **

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

du Dr TOULOUSE, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.

Secrétaire général : H. PIÉRON.

Secrétaire pour les Sciences techniques : L. POTIN

BIBLIOTHÈQUE D'ASTRONOMIE ET PHYSIQUE CÉLESTE

Directeur : J. MASCART.

Directeur de l'Observatoire de Lyon

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE

PRÉLIMINAIRES

Notre espèce est à la fois bien vieille et bien jeune ; en effet, ceux qui supposent que les origines du genre humain nous reporteraient à une époque éloignée de la nôtre d'environ quatre cent mille ans sont peut-être au dessous de la vérité, et d'autre part, quand on considère combien, sous certains rapports, sur lesquels il est inutile d'insister, nous sommes peu avancés, si on songe qu'il y a à peine quatre siècles que nous avons une idée un peu exacte de la surface de notre planète, que c'est de 1517 à 1520 que, pour la première fois, un vaisseau en a fait le tour, qu'après cet évènement énorme, que les circonstances actuelles ont empêché de commémorer comme il le mérite, il nous a fallu encore près de trois cents ans pour arriver à connaître avec précision l'immense Océan qui s'étend entre l'Asie et l'Afrique d'une part, l'Amérique de l'autre et qui est parsemé d'îles sans nombre, il est impossible de se dissimuler que l'espèce humaine est encore dans la fleur de la jeuneusse, si toutefois elle est sortie de l'enfance.

Auguste Comte nous a appris dans quel ordre les diverses sciences se sont succédé. La Mathématique est venue la première par ordre de date, après elle, l'Astronomie. Ces deux sciences là sont de beaucoup les plus

anciennes, elles remontent au delà de l'Antiquité grecque. La Physique ne s'est formée que bien plus tard. Après quelques essais datant de Pythagore[1], ou du Moyen-Age[2], elle ne s'est vraiment constituée qu'au commencement du seizième siècle, entre les mains de Galilée.

La Chimie, elle, dut attendre jusqu'à la seconde moitié du dix-huitième siècle pour cesser d'être un amas de faits reliés par des théories sans fondement, faits dont la connaissance était d'ailleurs fort utile à beaucoup de points de vue, et devenir une véritable science, grâce à Lavoisier, à Priestley, à Berthollet.

Et à la Chimie, la Biologie et la Sociologie succédèrent en moins de cinquante ans. Depuis la série est complète, chaque science se développe de son côté, et les progrès de l'une accélèrent ceux de toutes les autres.

Mais si ces progrès sont rapides aujourd'hui, et doivent l'être encore plus de jour en jour dans l'avenir, il est loin d'en avoir toujours été de même, et, pendant un temps incalculable, les premiers hommes n'ont pas été capables des actes intellectuels qui nous semblent les

[1] On connaît ses expériences sur l'acoustique.

[2] Par exemple, au commencement du XIVe siècle, le Dominicain Thierry de Saxe donna la véritable explication des deux arcs-en-ciel par la réflexion simple ou multiple du rayon lumineux dans une goutte d'eau sphérique. Des expériences, où les gouttes d'eau étaient représentées par des boules de verre, vinrent confirmer la théorie. Malheureusement, le *Tractatus de iride et radialibus impressionibus* resta pendant cinq cents ans enfoui dans la poussière des bibliothèques, et c'est seulement en 1814 que le physicien italien Venturi le fit connaître, en sorte que cet ouvrage remarquable n'exerça malheureusement, pour ainsi dire, aucune action sur le progrès de la science.

plus élémentaires, et qui sont à la portée de nos enfants alors qu'ils sont encore dans l'âge le plus tendre.

Il faut bien le dire, n'eussent été quelques centaines d'individus mieux doués que la masse et qui ont entraîné celle-ci, le genre humain ne se serait jamais sans doute élevé beaucoup au dessus du niveau des grands singes anthropomorphes. Il y a déjà une distance énorme entre ceux-ci et les misérables sauvages qui habitent l'Australie ou la Terre de Feu, et cependant les hommes qui sont à ce dernier échelon de l'humanité n'ont pu arriver à fabriquer des instruments qui nous paraissent de la dernière simplicité ; il ne s'est pas encore trouvé parmi eux un individu doué de facultés supérieures, un homme de génie capable d'inventer l'arc !

Citons un autre exemple propre à faire comprendre par quel degré de faiblesse ont passé les facultés intellectuelles des hommes, et les races les mieux douées n'ont pas le droit d'en triompher et de s'enorgueillir, car, elles aussi, s'il leur était possible de remonter assez haut dans la vie de leurs ancêtres, y trouveraient assurément des hommes aussi peu avancés que ceux dont nous allons parler.

L'illustre voyageur La Condamine, dont il sera longuement question plus tard, après un séjour de près de dix ans dans l'Amérique du Sud où, conjointement avec deux autres académiciens français, Bouguer et Godin, il avait été mesurer un arc de méridien sous l'équateur même, revint en France en descendant le fleuve Amazone presque depuis sa source jusqu'à son embouchure, et de ce voyage, il a laissé une très intéressante relation d'où nous tirerons le passage suivant :

« Le 25 (juillet 1743) nous laissâmes du côté du

Nord, la rivière du *Tigre*, qui pourrait bien être plus grande que le fleuve du même nom en Asie, mais qui moins heureusement placée, se perd ici dans une foule de rivières beaucoup plus considérables. Le même jour, nous arrêtâmes d'assez bonne heure et du même côté à une nouvelle mission de sauvages appelés *Yameos*, récemment tirés des bois. Leur langage est d'une difficulté inexprimable, et leur manière de prononcer est encore plus extraordinaire que leur langue. Ils parlent en retirant leur respiration, et ne font sonner presque aucune voyelle. Ils ont des mots que nous ne pourrions écrire, même imparfaitement, sans employer moins de neuf ou dix syllabes ; et ces mots prononcés par eux, semblent n'en avoir que trois ou quatre. *Poettarrarorincouroac* signifie en leur langue le nombre *trois* : heureusement pour ceux qui ont à faire à eux, leur arithmétique ne va pas plus loin. Quelque peu croyable que cela paraisse, ce n'est pas la seule nation indienne qui soit dans ce cas. La langue Brésilienne, parlée par des peuples moins grossiers, est dans la même disette ; et passé le nombre *trois*, ils sont obligés, pour compter, d'emprunter le secours de la langue Portugaise. »

D'un membre de la tribu des *Yameos*[1], sans doute

[1] Les *Yameos* n'étaient pas d'ailleurs sans avoir quelque industrie. Ils étaient fort adroits à fabriquer de longues sarbacanes, qui étaient leur arme de chasse la plus ordinaire. Ils y ajustaient de petites flèches de bois de palmier, garnies, au lieu de plumes, d'une petite boule de coton. Ces flèches portaient à la distance de trente ou quarante pas, et, presque toujours, atteignaient le but visé. Leur pointe était trempée dans un poison si actif, que, lorsqu'il était récent, un animal qu'elles avaient blessé au sang succombait en moins d'une minute.

anéantie aujourd'hui, à un Grec, contemporain d'Alexandre et d'Aristote, quelle différence, ce Grec eût-il été doué d'une intelligence médiocre ! Et pourtant, nous le répétons ce dernier a eu des ancêtres qui ne savaient pas énoncer des nombres supérieurs à trois.

C'est entre ces deux états intellectuels que l'Astronomie a pris naissance. Pour qu'on puisse, en effet, établir les premiers faits constants qui servent de base à cette science, il est clair qu'il faut savoir compter et connaître, au moins par intuition, les plus élémentaires données de la Géométrie, par exemple, avoir l'idée précise de l'égalité de deux longueurs ou de deux angles, de l'identité de deux directions.

Mais, si nous supposons acquises ces premières notions, elles suffisent pour constater des faits, et ceux-ci, combinés entre eux, ne tardent pas à fournir au moins un embryon de science.

Or, depuis qu'il y a des hommes, ils ont des yeux, et n'ont pu faire autrement que de remarquer les mêmes phénomènes et d'en déduire les mêmes conséquences. Il en résulte que l'Astronomie n'a pas eu un seul inventeur, mais dix mille et plus, si l'on veut. Nous ne recherchons donc pas des origines impossibles à débrouiller, et nous nous placerons dans la série des peuples historiques, en remontant aussi haut qu'il nous sera possible.

Mais, auparavant, il nous semble convenable de parler des auteurs qui nous ont précédé, auxquels, cela va sans dire, nous emprunterons de nombreux renseignements.

CHAPITRE PREMIER

LES HISTORIENS DE L'ASTRONOMIE

1. **Weidler.**— Le premier qui se présente à nous [1], c'est Jean Frédéric Weidler. Il était né au village de Gross-Neuhausen, dans la Thuringe, le 23 avril 1691, et avait pour père le pasteur Godefroy Weidler. Il fit de bonnes études à Iéna et à Wittemberg, et ce qui semble caractériser la nature de son esprit, c'est l'intérêt que lui inspirèrent les sujets les plus variés. Tour à tour, il s'adonna à la philosophie, aux mathématiques, à la jurisprudence, et aussi à la physique, à la mécanique, à l'astronomie et à l'architecture. Sans doute pour agrandir son savoir, bien que déjà âgé de 36 ans, il voyagea en France, en Suisse, en Hollande et en Angleterre, ce qui lui valut de nombreuses relations avec des hommes distingués dans les sciences les plus diverses. A Paris, notamment, il fut accueilli par les P. P. Tournemine et Hardouin, l'illustre bénédictin Montfaucon, Fontenelle, Bignon, Cassini, etc. — Il eut pour correspondants Delisle, de Mairan, Maraldi, Mortimer, Marinoni, Celsius, Maupertuis, Wolff, auquel il devait succéder en 1721

[1] Ce n'est pas qu'il ne soit possible de trouver des prédécesseurs à Weidler, dans sa tentative d'écrire l'histoire de l'Astronomie. Lui-même indique comme tels Pline l'Ancien, Blancanus, Riccioli, Vossius, Gassendi, Cassini, Bouillaud. Quand nous rencontrerons ces personnages, nous les considérerons, à l'occasion, comme historiens de la science.

comme professeur de mathématiques supérieures à l'Université de Wittemberg, où, depuis 1714, il était professeur adjoint. Cela ne l'empêcha pas de se faire recevoir docteur en droit à Bâle en 1727. Son premier grand ouvrage, qui parut en 1718, et a pour titre : *Institutiones mathematicae, in quibus astronomia sphoerica et theorica summatim explicatur,* eut un grand succès, car il fut édité six fois, et la dernière de ces éditions, qui fut publiée par les soins de son successeur Jean-Jacques Ebert[1], parut en 1784, près de trente ans après la mort de son auteur. Weidler mourut, en effet, le 30 novembre 1755, à l'âge de soixante-quatre ans et sept mois. Il était membre de la Société Royale de Londres, et de l'Académie de Berlin.

Weidler ne se bornait pas à être un érudit, bien qu'il l'ait été autant que quiconque. Il a fait de nombreuses observations astronomiques et météorologiques, notamment pendant les années 1728 et 1729, et il les a publiées, soit séparément, soit dans les *Mémoires* de l'Académie des Sciences de Paris, soit dans les *Acta Eruditorum.*

Considérons le maintenant comme historien, c'est à ce point de vue qu'il est le plus intéressant pour nous.

En 1741, il publia à Wittemberg son *Historia Astronomiae, sive de ortu et progressu Astronomiae liber singularis.* Dès 1727, il avait donné une *Dissertatio de specularum astronomicarum statu praesenti,* où se trouvent sans doute beaucoup des souvenirs qu'il avait recueillis dans ses voyages, et qui peut être considérée comme un préliminaire de son ouvrage historique.

L'*Historia Astronomiae,* de Weidler est un petit in 4°

[1] Ebert y a ajouté un *Elogium* de J. F. Weidler.

de 624 pages, sans compter la préface, la table des matières et l'*Index Auctorum et rerum*.

Cet ouvrage étant fort peu connu, quoique très digne de l'être, nous croyons devoir en rapporter ici sinon la table des matières, in extenso, mais du moins seulement les en tête des seize chapitres dont se compose le livre, omettant le détail des nombreux paragraphes que renferment ces divers chapitres. — Ces en-tête sont traduits du latin :

Chap. I. — *Des origines fabuleuses de l'astronomie.*
— II. — *De l'Astronomie des Patriarches.*
— III. — *De l'Astronomie des Chaldéens.*
— IV. — *De l'Astronomie des anciens Egyptiens.*
— V. — *De l'Astronomie des Grecs, jusqu'à la fondation de l'Ecole d'Alexandrie.*
— VI. — *Histoire de l'Astronomie depuis la fondation de l'Ecole d'Alexandrie jusqu'à la naissance du Christ.*
— VII. — *Histoire de l'Astronomie pendant les huit premiers siècles qui ont suivi la naissance du Christ.*
— VIII. — *De l'Astronomie des Arabes.*
— IX. — *De l'Astronomie des Perses et des Tartares.*
— X. — *De l'Astronomie des autres peuples orientaux, Mongols, Siamois, Chinois et de la connaissance des choses du ciel chez les Américains.*
— XI. — *De l'Astronomie des Juifs.*
— XII. — *Histoire de l'Astronomie du Moyen Age, c'est-à-dire des siècles,* IX, X, XI, XII, XIII *et* XIV, *après la naissance du Christ.*
— XIII. — *Histoire de l'Astronomie du* XVe *siècle.*
— XIV. — *Histoire de l'Astronomie du* XVIe *siècle.*
— XV. — *Histoire de l'Astronomie du* XVIIe *siècle.*
— XVI et dernier. *Histoire de l'Astronomie du* XVIIIe *siècle.*

Nous n'en dirons pas davantage sur ce remarquable ouvrage où l'on trouve beaucoup d'érudition condensée

dans un petit espace et qui, cela va sans dire, nous sera souvent un guide précieux.

2. **Bailly.** — Le nom de Weidler n'est guère connu en France que par les astronomes, et même seulement par ceux qui s'intéressent à l'histoire du passé de leur science. — Bailly, dont nous avons à nous occuper maintenant, jouit, par contre, d'une renommée universelle. Il est vrai que c'est surtout à cause du rôle politique qu'il a joué sous la Révolution, de la présidence de l'Assemblée Nationale, du Serment du Jeu de paume, de l'administration de la Ville de Paris, dont il fut responsable en qualité de maire, dans les circonstances les plus difficiles qu'on ait jamais vues, enfin, de sa mort douloureuse sur l'échafaud, qui arriva le 12 novembre 1793, et qui fut aggravée par des actes de cruauté incroyable dont le souvenir ne s'oubliera jamais [1]. L'astronome est moins connu que l'homme politique, nous le retrouverons plus tard, pour le moment, c'est l'historien de l'Astronomie qui seul nous intéresse.

Avait-on, dans la seconde moitié du XVIIIe siècle, assez de renseignements sur les peuples étrangers, sur leurs antiquités, sur leurs connaissances, pour pouvoir écrire, en toute sûreté de cause, une histoire générale de l'Astronomie ? Il semble bien que non, car si les langues classiques étaient étudiées par tout homme recevant une éducation sérieuse, si, en général, elles étaient mieux sues qu'aujourd'hui, si quelques uns apprenaient l'hébreu, par contre, la connaissance du chinois n'était le partage que

[1] Sa mort (c'est tout dire), a écrit Sainte-Beuve, fait autant d'honneur que de honte à l'espèce humaine.

d'un très petit nombre d'Européens, et ceux-ci, missionnaires pour la plupart, séjournaient dans l'Extrême-Orient à peu près continuellement[1] et n'avaient que de rares communications avec les savants occidentaux. De même, c'est à peine si on commençait à déchiffrer le sanscrit, et d'autre part, on devait attendre encore plus d'un demi-siècle avant d'avoir l'explication des hiéroglyphes égyptiens et des caractères cunéiformes, enfin, l'étude des monuments laissés par les anciens Américains était à peine ébauchée.

Les documents faisaient donc défaut : Bailly était-il du moins homme à savoir tirer parti de ceux qui étaient à sa disposition.

Il faut bien répondre que non, car il n'avait qu'une érudition très légère, bien qu'il ait appartenu à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Ses ennemis allèrent jusqu'à l'accuser de ne pás savoir le latin, ce qui était exagéré. La vérité, c'est qu'ayant fait ses études, non au collège, mais dans la maison paternelle celles-ci furent assez superficielles, et il n'eut jamais qu'une connaissance médiocre de la langue de Virgile et de Cicéron. Selon toute apparence, il savait encore moins le grec.

Cela ne l'empêchait d'ailleurs pas de fort bien écrire le français, et, certes, sa nomination à l'Académie Française où il entra en 1783, succédant à M. de Tressan, fut des mieux justifiées. Son *Histoire de l'Astronomie*, ses *Lettres sur l'origine des sciences et sur celles des peuples de l'Asie*, adressées à Voltaire ainsi que ses *Lettres* sur *l'Atlan-*

[1] Le P. Gaubil, sans doute le plus remarquable de ces missionnaires, passa en Chine les trente-six dernières années de sa vie.

tide (qui furent d'ailleurs écrites après la mort du philosophe de Ferney), avaient fait sensation, et il avait fait preuve, dans ces ouvrages, d'une brillante imagination.

Mais l'imagination n'est peut-être pas, pour un historien, la plus désirable des qualités. Aussi, le livre de Bailly renferme-t-il cette hypothèse extraordinaire, longuement développée dans ses *Lettres* à Voltaire, d'un peuple primitif qui aurait habité le centre de l'Asie et, ayant vécu en paix pendant de longs siècles, aurait cultivé les sciences avec succès et les aurait portées à un haut degré de perfection. Quelles circonstances avaient bien pu amener la ruine et la dispersion de ce peuple heureux ? Bailly ne nous dit rien de précis là dessus, mais ce qu'il affirme, c'est que les Chaldéens, les Chinois, les Indiens, bref tous les peuples que nous connaissons vraiment, n'auraient jamais eu d'autre science que les débris de celle de son peuple hypothétique.

Si le succès de ces livres fut grand parmi les gens du monde, les hommes doués d'un esprit exact protestèrent, et non sans vivacité :

« Le rêve de Bailly, écrivait d'Alembert à Voltaire, sur ce peuple ancien qui nous a tout appris, excepté son nom et son existence, me paraît un des plus creux qu'on ait jamais eus ; mais cela est bon pour faire des phrases, comme d'autres idées creuses que nous connaissons, et qui font dire qu'on est sublime. » — Ceci s'adresse à Buffon, que d'Alembert détestait.

D'autre part, voici ce que nous lisons dans la *Bibliographie astronomique* de Lalande ; il parle de l'*Historia Astronomiae* de Weidler :

« C'est la seule histoire complète de l'astronomie qu'on eût eue jusqu'à présent ; elle est remplie d'érudition et de

recherches, et c'est celle que je cite continuellement dans cette *Bibliographie*. De l'Isle seul aurait eu dans ses manuscrits de quoi la perfectionner pour les détails et les recherches d'érudition. Bailly en a donné une plus étendue en cinq volumes *in-4°* (Voyez l'année 1779). Mais celle de Weidler est précise par le grand nombre de faits ; et celle de Bailly contient beaucoup de phrases, d'hypothèses et de dissertations. Je lui représentai, dès les commencements, qu'il pourrait employer son temps plus utilement pour l'astronomie. »

Nous conclurons en disant que nous ne voudrions détourner personne de lire le grand ouvrage de Bailly[1] et les livres qui s'y rattachent, mais les lecteurs doivent bien se dire à chaque instant que l'imagination de l'auteur risque de les induire en erreur.

3. **Lalande** (sa *Bibliographie astronomique*). — Weidler avait senti que son *Histoire de l'Astronomie* avait besoin, comme complément, d'un catalogue général des livres traitant de cette science et il publia ce catalogue sous le titre de *Jo Friderici Weidleri Bibliographia astronomica, temporis quo libri vel compositi, vel editi sunt, ordine servato : ad supplendam et illustrandam astronomiæ Historiam digesta*. Wittembergæ 1755, in 8°. « Ce livre

[1] Les cinq volumes de l'*Histoire* de Bailly parurent de 1775 à 1787. Un volume est consacré à l'astronomie ancienne, trois à l'astronomie moderne, c'est-à-dire celle des temps qui vont de la fondation de l'Ecole d'Alexandrie à l'année 1781. Dans les deux derniers volumes, il revient sur le passé, et s'occupe de l'astronomie indienne orientale. — En 1805, une édition abrégée en deux volumes in-8° fut publiée par V. C. (?), mais elle a été faite avec assez peu de critique.

était dédié, nous dit Lalande, à Joseph de l'Isle qui lui avait donné le conseil de l'entreprendre et à Godin qui l'y avait encouragé : j'observe qu'ils auraient pu l'un et l'autre lui fournir des secours plus réels ».

Ces derniers mots sont injustes. Il n'y avait pas d'homme plus obligeant que Delisle, et Lalande le savait mieux que personne. S'il n'a point mis à la disposition de Weidler sa riche collection de livres et de manuscrits, c'est apparemment que l'astronome allemand ne le lui a pas demandé. Quant à Godin, vers 1750, il habitait Cadix, ville bien éloignée de l'Allemagne et qui ne communiquait sans doute pas facilement avec ce pays, et d'ailleurs, il avait, de son côté, formé le plan d'un ouvrage analogue à celui de Weidler. Il est donc tout naturel qu'il ait gardé pour lui les documents qu'il pouvait avoir recueillis.

Quoi qu'il en soit, Lalande, dont l'érudition était immense, entreprit de refaire en plus grand le travail de Weidler. Quand, en 1781, il publia le quatrième volume de son *Astronomie*, pour servir de suite à la seconde édition de 1771, il annonça que la Bibliographie ferait un cinquième volume avec la Gnomonique. Ce projet ne fut par réalisé : ce qui concerne la Gnomonique parut dans l'*Encyclopédie Méthodique*, au mot *Cadran*. Quant à la Bibliographie, bien des difficultés s'opposaient à la publication. Où trouver un éditeur pour s'en charger, surtout pendant les dernières années du XVIIIe siècle ? Grâce à la bienveillance du ministre de l'intérieur, François de Neufchâteau, et de Ginguené, directeur de l'instruction publique, ces difficultés furent aplanies, et ce grand ouvrage parut en 1803.

Par la vaste correspondance qu'il entretenait avec les astronomes du monde entier, et vu le grand nombre de

livres qu'il rassemblait depuis cinquante ans, Lalande se trouvait dans de meilleures conditions que Weidler, quel que soit le mérite de celui-ci, pour publier une œuvre de cette nature. C'est ainsi qu'il fait remarquer, non sans quelque fierté, qu'il cite cent quarante-trois ouvrages du xve siècle, tandis que Weidler n'en connaît pas vingt et un.

Le gros in-quarto de VIII-964 pages dû à Lalande sera toujours consulté avec fruit par ceux qui s'intéressent à l'histoire de la science du ciel ; en effet, indépendamment d'une foule de renseignements purement bibliographiques, on y trouve souvent l'appréciation des ouvrages mentionnés, et Lalande, qui a son franc-parler, ne se gêne guère parfois pour qualifier ces ouvrages[1]. On y trouve aussi parfois des indications d'un autre genre, par exemple, des détails biographiques sur les auteurs des ouvrages cités, et ces détails sont parfois assez longs pour donner le désir d'en savoir davantage sur celui qu'ils concernent. Lalande a prévu le cas, et ne manque pas d'indiquer, à l'occasion, les sources biographiques que l'on peut consulter.

Mais la fin du volume est exclusivement consacrée à l'histoire. En effet, depuis 1781, Lalande avait indiqué chaque année, dans le *Journal des Savants*, ainsi que dans les appendices de la *Connaissance des Temps*, les progrès

[1] Nous lisons, par exemple, ce qui suit à la page 477 :

« 1761 *Paris*, *in*-12 : Extrait du nouveau Système général de physique et d'astronomie, ou du Système électrique de l'univers, de M. de la Perrière de Roiffé, pour servir d'éclaircissement aux deux premiers volumes imprimés en 1756.

« C'est une suite des rêveries d'un homme qui ne savait ni la physique ni l'astronomie. »

annuels de l'Astronomie. Ces matériaux étaient trop dispersés pour qu'il fût possible de les consulter avec facilité, aussi, l'auteur les reproduit il avec de grandes augmentations à la fin de sa *Bibliographie*, si bien qu'on y trouve, année par année, l'histoire de la science des astres, depuis 1781 jusqu'à 1802. Cette histoire, écrite au jour le jour par l'homme qui la connaissait le mieux, par un homme dont la curiosité s'étendait, pour ainsi dire, à toutes les branches du savoir humain [1], par un homme qui avait une correspondance journalière avec tous les savants de l'Europe, leur donnait volontiers l'hospitalité, adoptait, en quelque sorte, les jeunes gens qui, de toutes les contrées imaginables [2], venaient à Paris étudier l'astronomie

[1] Citons un exemple de cette curiosité extraordinaire : — Le 23 décembre 1793, Lalande perdit un de ses jeunes parents, appelé Philippe Lesne, qui, dès l'âge de quinze ans, s'était formé à l'art du calcul et des observations, sous la direction de son illustre oncle à la mode de Bretagne. Le 28 avril 1793, Lesne avait encore observé une zone difficile. Ce fut sa dernière nuit d'observateur, au mois de mai, il partit, malgré Lalande, avec les troupes qui allaient faire la guerre de Vendée. — L'insalubrité des côtes de Saintonge, où il séjourna longtemps, lui causa des obstructions et une hydropisie. Il put toutefois revenir à Paris et mourut auprès de son maître à qui, nous apprend celui-ci, « il laissa d'autant plus de regrets qu'il m'avait donné plus d'espérance et inspiré plus d'attachement ; *Je le fis ouvrir*, ajoute Lalande, en présence de mon illustre ami le docteur Portal, qui en a parlé dans son *Mémoire* sur cette funeste maladie. »

Cela rappelle Bernard de Palissy, disséquant ses enfants morts en bas-âge.

[2] Parmi les élèves formés par Lalande, on peut nommer Maurice Henry qui fut successivement lazariste, observateur à Mannheim et à Pétersbourg, et finalement ingénieur géographe, Barry qui fut aussi astronome de l'électeur palatin de

sous la direction du premier, sans contredit, de tous les professeurs qui aient jamais enseigné cette science, cette histoire dont l'auteur se permet, d'ailleurs, une foule de digressions sur les sujets les plus divers, d'autant plus intéressantes qu'elles se rapportent aux événements journaliers de la terrible époque où il écrit, offre le plus haut intérêt à ceux qui sont curieux de l'histoire intellectuelle de l'humanité, et il est à regretter qu'elle soit restée à peu près inconnue aux historiens de profession.

4. **Delambre.** — L'esprit sévère de Jean-Baptiste Delambre ne pouvait être satisfait du travail de Bailly, il entreprit de le refaire, et, tout en remplissant avec distinction la charge de Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, en rédigeant sa grande *Astronomie théorique et pratique*, ainsi que l'Ouvrage magistral ou il rend compte des opérations de toute nature qui ont servi de

Bavière : Ungeschike, prêtre catholique allemand ; Burckhardt, autre Allemand qui devint Français et enfin celui de tous qui fait le plus d'honneur à son maître, Giuseppe Piazzi, l'illustre astronome de Palerme.

A côté de ces étrangers, nommons les astronomes français qui se formèrent à l'école de Lalande ; d'abord, son neveu, Michel Le-François, puis Véron, qui accompagna Bougainville dans son voyage de circumnavigation et mourut en mer, comme d'Agelet, qui avait suivi La Pérouse, de Beauchamp, qui fit revivre l'astronomie dans les plaines mésopotamiennes (il était grand-vicaire de l'évêque de Babylone). Delambre qui devait succéder à Lalande en qualité de professeur au Collège de France. — N'oublions pas d'autres astronomes qui, sans suivre directement les leçons du maître, se sont formés eux-mêmes par la lecture de ses ouvrages. — Méchain, par exemple, que Lalande connut et apprécia plus tard, et Frédéric-Guillaume Bessel, dont il eût été bien fier, à juste titre.

base au système métrique des poids et mesures, en professant au Collège de France, où, comme nous l'avons dit, il avait remplacé Lalande, il trouva moyen d'écrire une nouvelle *Histoire de l'Astronomie*, qui forme six gros volumes in-quarto [1].

Ici, nous n'avons plus à redouter la fantaisie, les écarts d'imagination. Ajoutons que Delambre, helléniste de premier ordre, était particulièrement qualifié pour écrire l'histoire de l'astronomie grecque, aussi, a-t-il consacré un de ses volumes presque entier à l'analyse des travaux de Ptolémée.

Nous ne saurions mieux faire que de reproduire ici l'appréciation de l'œuvre de Delambre qu'a donnée un autre éminent historien de la science, l'astronome suisse notre contemporain Rudolf Wolf :

« L'érudition, nous dit Wolf, dont Delambre, qui était un habile polyglotte et à qui les plus longs développements analytiques et les calculs numériques servaient de récréation, a fait preuve dans cet ouvrage, est fabuleuse Il a parcouru d'un bout à l'autre tous les livres et tous les manuscrits qu'il a pu se procurer, vérifié tous

[1] *Histoire de l'Astronomie ancienne*, 2 volumes 1817 ; *Histoire de l'Astronomie du Moyen-Age*, 1819 ; *Histoire de l'Astronomie moderne*, 2 volumes, 1821 ; *Histoire de l'Astronomie au XVIIIe siècle*, 1827 ; ce dernier ouvrage ne fut publié que quelques années après la mort de son auteur par Mathieu, son disciple de prédilection. Delambre laissait encore le manuscrit d'un autre travail, *Grandeur et Figure de la Terre*, que Mathieu devait également publier, mais c'est seulement à une époque toute récente, en 1912, que cette publication a été faite par les soins de M. Bigourdan, qui, d'ailleurs, en avait déjà donné divers extraits dans le *Bulletin astronomique*.

les calculs, et il les a traduits dans la nouvelle langue des formules, il a fait la critique détaillée de tout. Mais, avec cela, il est souvent d'une prolixité extraordinaire, et, avant de faire un pur calcul, néglige de dire beaucoup de choses que l'on serait en droit de trouver dans une œuvre aussi volumineuse. De même, quand il s'agit de prononcer un jugement, il lui arrive parfois de louer avec quelque exagération, et parfois avec trop de restriction, ou bien, il blâme avec trop de sévérité, et c'est peut-être son dernier volume, publié après sa mort selon son vœu par Claude Louis Mathieu, qui, à ce point de vue laisse encore plus à désirer que les précédents, bien qu'en aucune façon je ne voudrais, tant s'en faut, souscrire à ce qu'après la publication de ce livre, Schumacher écrivait à Gauss [1] : « Vous savez, disait-il, que j'ai toujours fait cas de Delambre, mais son *Histoire de l'Astronomie du* XVIII[e] *siècle* est venue déranger tout cela. C'est un vilain livre rempli d'inexactitudes, d'interprétations fausses, et de mauvais vouloir. Je crois que vous ferez

[1] *Briefwechsel*, II, pp. 120 et 59. — Ajoutons ici une note par laquelle R. Wolf refuse de s'associer au jugement de Schumacher :

« Ce jugement dogmatique de Schumacher est pour moi une véritable énigme. S'il se plaignait de ce que les travaux allemands sont traités avec défaveur par rapport aux travaux français, ou encore que certains sujets favoris sont traités avec trop d'extension et que, par suite, d'autres sont traités avec négligence, on pourrait, dans une certaine mesure, lui donner raison ; mais les reproches énoncés me semblent, pour la plus grande partie, ne pas être fondés, et je reconnais avoir lu ce volume avec plaisir, et y avoir appris mainte chose, bien que je ne veuille pas garantir l'exactitude de tout ce qu'il renferme. »

aussi bien de ne pas le lire.,. On y trouve tant de faux jugements sur autrui et il a tant de plaisir à conduire son lecteur dans la société des astronomes français, et raconte avec tant de détails leurs intrigues, leurs mesquineries et leurs bévues que l'on pourrait bien finir par être dégoûté, tant à cause de l'introducteur que de la société où il nous conduit ». A l'occasion de la polémique brièvement mentionnée plus haut entre Zach et l'astronome français[1], Arago, qui d'ailleurs mettait Delambre trop haut lorsqu'il l'appelait. « Le plus grand astronome de l'Europe » disait malicieusement : « Zach dit que Delambre vole des formules ; pourquoi le ferait-il ? Dieu sait qu'il n'en a que trop. » Et, en fait, non seulement son histoire, mais aussi son Astronomie fourmillent littéralement de formules, si bien que tout le reste surnage sur cette mer et est presque insupportable. »

C'est peut-être ici le lieu de rappeler un jugement que Biot a prononcé sur Delambre considéré comme historien de la science ; on le rapprochera avec intérêt de celui de R. Wolf : « Malheureusement, il (Delambre) manquait tout à fait de critique, et ne voyait, dans la science, que ses procédés. C'est pourquoi, dans l'astronomie ancienne, il ne cherchait et n'estimait que ce qui peut servir à améliorer nos tables modernes.....

« Ainsi, quoiqu'il estimât fort Hipparque, comme ayant le premier soupçonné la vraie durée de l'année tropique, constaté la précession des équinoxes, reconnu la principale inégalité des mouvements du Soleil et de la Lune, inventé la trigonométrie sphérique, je ne sais s'il ne lui tenait pas encore plus de compte du sentiment de précision numé-

[1] Nous reviendrons plus loin sur cette polémique.

rique qu'il avait montré dans l'expression et dans les applications de ses découvertes, que des efforts de génie qu'il lui avait fallu faire pour y parvenir. La même prédilection pour les procédés pratiques se voit partout dans son *Histoire de l'Astronomie* où, par exemple, l'article consacré à Lalande est de moitié plus étendu que celui de Newton. »

(*Mélange scientifiques et littéraires*, tome II, p. 272).

5. **Montucla.** — Jean Etienne Montucla est quelque peu oublié aujourd'hui, son nom n'est guère connu que par les bibliophiles, car son grand ouvrage est devenu fort rare, et par les curieux de l'histoire des sciences : cela tient peut-être à ce qu'il ne lui a été consacré qu'une seule notice biographique[1], due à Auguste Savinien Le Blond, qui la lut devant la *Société libre d'Agriculture* de Seine et Oise dans sa séance du 25 nivôse an VIII.

Il était né à Lyon le 5 septembre 1725, et fit d'excellentes études au collège que les Jésuites dirigeaient dans sa ville natale. Indépendamment des langues anciennes, il apprit parfaitement l'italien, l'anglais, et, ce qui était alors beaucoup plus rare, le hollandais et l'allemand. — De plus, les Jésuites, on le sait, ne négligeaient pas les mathématiques, et celui d'entre eux qui les enseignait au collège de Lyon, le P. Béraud, était un homme fort distingué qui a formé quatre élèves qui lui font le plus grand honneur, Montucla, l'abbé Bossut, Jérôme de

[1] A l'aide de cette notice et profitant de quelques renseignements glanés çà et là, nous nous sommes efforcé d'appeler l'attention publique sur l'historien des mathématiques. — Voir le *Bulletin de l'Observatoire de Lyon*, décembre 1913.

Lalande, et le chevalier de Fleurieu, officier du plus haut mérite, qui a rendu des services incomparables à la Marine.

Sorti du collège, Montucla se rendit à Toulouse pour faire son droit, et ensuite à Paris où il devait trouver plus de ressources pour l'étude des mathématiques, à laquelle il voulait se consacrer entièrement, ce qui ne fut pas réalisé.

Dès 1754, il publia son *Histoire des recherches sur la Quadrature du Cercle*, et, en 1758 la première édition de son *Histoire des Mathématiques*, qui retraçait l'histoire de la science jusqu'aux temps de Newton et de Leibniz. Cette première édition formait deux gros volumes in-quarto.

Mais Montucla, en même temps qu'un écrivain des plus appréciés, (dès 1755, à l'âge de trente ans, il fut nommé membre associé de l'Académie de Berlin) était un fonctionnaire de l'ordre le plus élevé : Secrétaire de l'intendant de Grenoble, il quitta cette ville pour accompagner, en qualité d' « astronome du roi », M. Turgot, chevalier de Malte et frère du futur ministre de Louis XVI, qu'on envoyait à Cayenne pour tâcher de réparer, dans la mesure du possible, un désastre survenu dans cette colonie. Il s'agissait de sauver plusieurs milliers d'hommes.

Les malheurs de l'expédition ne permirent pas à l'astronome de joindre ses propres travaux à tous ceux qu'il avait si bien décrits.

De retour en France, après une absence de quinze mois, il fut nommé premier Commis des Bâtiments du Roi, ce qui était une situation très importante et très recherchée, car elle donnait l'occasion d'avoir de fréquents rap-

ports avec le souverain, les rois de France ayant été, en général de grands bâtisseurs.

Montucla garda cette situation pendant vingt-cinq ans, et, comme il était trop consciencieux pour sacrifier les devoirs de sa place à ses travaux scientifiques, ceux-ci s'en ressentirent.

Ce n'est que lorsque la Révolution[1] l'eût dépossédé, qu'en vrai philosophe, il reprit ses travaux intellectuels et prépara une seconde édition de son grand ouvrage.

Complètement ruiné, n'ayant pu accepter, à cause du mauvais état de sa santé, une chaire de Mathématiques dans une des écoles centrales de Paris, n'ayant d'autre ressource qu'un bureau de la loterie nationale, (quelque chose comme un bureau de tabac), il travailla pourtant, et, quand il mourut, le 27 frimaire an VIII (19 décembre 1799), les deux premiers tomes de la nouvelle édition de son grand ouvrage étaient imprimés, ils contenaient l'histoire des Mathématiques jusqu'en 1700, et étaient beaucoup plus étendus que les volumes primitifs. De plus, l'auteur, voulant satisfaire un désir qui lui avait été souvent exprimé, avait voulu prolonger son œuvre et y ajouter l'histoire de la science au XVIII[e] siècle, ce siècle qu'avaient illustré les Bernoulli, Euler, Clairault, d'Alembert, Lagrange et Laplace.

Les 300 premières pages du troisième volume étaient

[1] D'après Le Blond, Montucla aurait pris une part active à la défense nationale, malgré ses soixante-sept ans, en « dirigeant ses concitoyens dans la foudroyante fabrication dont la France offrit pendant six mois un immense atelier ». Nous regrettons de n'avoir trouvé aucun autre renseignement à ce sujet.

imprimées, mais le reste de la copie n'était point achevé. Jérôme de Lalande était un de ceux qui avaient le plus insisté auprès de l'auteur pour qu'il complétât son ouvrage. Il se vante quelque part de l'y avoir forcé et nous devons lui en être reconnaissants.

Avec son dévouement habituel à la science, Lalande résolut de ne pas laisser inachevée l'œuvre de son ami. S'aidant des notes laissées par celui-ci, il parvint à publier les deux derniers volumes en 1802. Le quatrième est presque entièrement consacré à l'histoire de l'Astronomie et de la Navigation. Cette dernière partie de l'ouvrage est donc surtout l'œuvre de Lalande, et l'on voit d'ici dans quel esprit elle a été écrite.

L'Histoire des Mathématiques est un livre précieux pour tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des sciences, beaucoup d'auteurs, au XIXe siècle, y ont trouvé de grands secours, et n'ont pas toujours reconnu ce qu'ils devaient à leur illustre devancier [1].

6. **L'abbé Charles Bossut** [2]. — Nous avons déjà rencontré celui-ci. Né le 11 août 1730 à Tartaras, village qui se trouve à 5 kilomètres de Rive de Gier, si l'on s'en rapporte à Lalande, et selon d'autres, à Tarare, près de

[1] Montucla fut nommé membre de l'Institut en qualité d'associé (vu sa résidence à Versailles), à la création de ce corps. Ajoutons que, comme administrateur, on lui doit d'avoir aidé Cassini IV à obtenir les moyens de sauver l'Observatoire. Il y avait urgence, car l'édifice de Perrault tombait littéralement en ruines.

[2] Pour plus de détails, voir les articles que nous avons consacrés à Bossut dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*, année 1914.

Saint-Etienne, il n'avait que six mois quand il perdit son père. Heureusement, un des oncles paternels du pauvre orphelin se chargea de veiller sur lui et de lui donner les éléments d'instruction nécessaires pour qu'il pût entrer au collège de Lyon, ce qu'il fit à l'âge de quatorze ans. Il y rencontra le P. Béraud, et devint un de ses élèves favoris.

Dès le collège, Bossut lut les merveilleux *Eloges académiques* de Fontenelle. Il est à croire que le P. Béraud avait facilité cette lecture, cependant assez peu orthodoxe. Quoi qu'il en soit, le jeune écolier désira vivement faire connaissance avec l'illustre secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, et osa entrer en correspondance avec lui.

Plus que nonagénaire, Fontenelle possédait encore ses facultés intellectuelles. Si égoïste qu'il ait été, si l'on s'en rapporte à une tradition vraisemblable, il semble bien qu'il aimait la jeunesse. Voici ce qu'il répondit à Bossut, qui n'était guère, à tout prendre, qu'un collégien : « *Je vous prie de me donner de temps en temps des nouvelles de votre marche. J'ai un pressentiment qui me dit que vous irez loin, mais je ne pourrai vivre assez pour jouir de vos succès.* » Cela suffit pour que le jeune homme, qui n'oublia jamais les bontés que le vieillard avait eues pour lui, fît le voyage de Paris et rendît visite à Fontenelle, qui lui fit bon accueil et le présenta à Clairault et à d'Alembert.

Bossut, dès la fin de sa philosophie, avait pris l'habit ecclésiastique. Toutefois, bien qu'il ait gardé cet habit et le titre d'abbé jusqu'en 1792, il ne semble pas qu'il ait dépassé les ordres mineurs. Il n'est pas sans importance, puisqu'il s'agit d'un homme du XVIII[e] siècle, de

dire, qu'il a été un catholique convaincu d'un bout de sa vie à l'autre[1]. Il n'a rien eu de commun avec les « abbés », si nombreux de son temps, qui scandalisaient à la fois le monde et l'Eglise, tels par exemple, que l'abbé Dubois ou l'abbé de Périgord, pour ne nommer que les deux plus fameux.

Très éloigné donc de d'Alembert par les opinions, il n'en fut pas moins le collaborateur du grand géomètre quand celui-ci rédigeait la partie mathématique de l'*Encyclopédie*. On peut même dire qu'il fut le principal, sinon le seul disciple immédiat de d'Alembert qui lui donna ce conseil resté fameux, pour dissiper les difficultés qu'il trouvait à l'étude des infiniment petits : « *Admettez les infiniment petits comme une hypothèse, étudiez la pratique du calcul, et la foi vous viendra.* » La foi vint en effet.

Nous ne voulons pas étudier en détail la carrière de Bossut. Disons seulement qu'en 1752, il fut nommé professeur à l'Ecole de Génie qui se trouvait à Mézières, et il ne tarda pas à être choisi par l'Académie des Sciences pour être un de ses correspondants, n'ayant pas encore 23 ans. — Il travailla beaucoup pendant son séjour à Mézières, qui dura jusqu'en 1768. Notamment, il composa pour ses élèves un Cours complet de Mathématiques, plusieurs fois réédité sous des titres légèrement différents. En 1761 et 1765, l'Académie des Sciences couronna ses travaux sur la navigation.

Le prix de 1761 fut partagé entre Jean-Albert Euler,

[1] A vrai dire, sur certains points, les doctrines de son temps avaient déteint sur lui, mais ce n'est pas le lieu de s'étendre sur ce sujet.

fils du grand Léonard, et Bossut. Comme on ne peut douter que le père n'ait au moins revu le travail de son fils, ce partage était peut-être le plus flatteur pour le jeune abbé qu'un triomphe plus complet.

Il étudia aussi avec beaucoup de zèle l'hydrodynamique, science à laquelle il consacra un ouvrage spécial qui forme deux gros volumes in-8°. Aussi, quelques années plus tard, ayant été rappelé à Paris où il exerçait les fonctions d'examinateur des élèves de l'artillerie et du génie, l'Académie des Sciences l'admit dans son sein et Turgot, qui voulait donner tout le développement possible aux voies navigables et former un personnel d'ingénieurs instruits dans la théorie et dans la pratique, ayant fondé une chaire d'hydrodynamique, Bossut en devint le titulaire. Il garda cette place jusqu'à la Révolution, qui fit le plus grand tort à ses intérêts et le ruina presque complètement, ce qui ne l'empêcha pas, lui non plus, de travailler avec le même zèle.

Un peu avant cette époque, il avait, conjointement avec d'Alembert, Condorcet et Lalande, publié le *Dictionnaire de Mathématiques* de l'*Encyclopédie Méthodique*, et, dans la préface de cet ouvrage, comme dans celle de ses autres écrits, il avait donné quelques détails historiques sur le développement de la science. Il revint là-dessus, et il en résulta son *Essai sur l'Histoire générale des Mathématiques*, qui parut en 1802. Ce livre bien accueilli du public, fut aussitôt traduit en plusieurs langues. Mais, de l'aveu de l'auteur, ce n'était encore qu'une ébauche qu'il reprit plus tard et qui devint son *Histoire générale des Mathématiques*, depuis leur origine jusqu'à l'année 1808. Quand ce livre parut (1810), Bossut n'avait plus que quatre ans à vivre ; il mourut en effet le 14 janvier 1814,

âgé de 83 ans et cinq mois, ayant jusqu'en 1809 exercé les fonctions d'examinateur à l'Ecole Polytechnique. Il était membre de l'Institut depuis sa création[1].

Venons à ce qui pour nous dans l'œuvre de Bossut, est le plus intéressant, à son *Histoire des Mathématiques*.

Cet ouvrage, qui se compose de deux volumes in-8°, est heureusement plus facile à se procurer que le livre de Montucla, mais, au point de vue de l'Astronomie, étant composé par un homme qui, en dehors des mathématiques pures, s'était surtout occupé de mécanique et spécialement d'hydrodynamique, il est clair qu'il ne faut pas lui demander les nombreux détails sur les procédés pratiques des observatoires dont Lalande a enrichi la fin du travail de Montucla[2], il ne disposait d'ailleurs pas

[1] Dans les dernières années de sa vie, Bossut publia des *Mémoires de Mathématiques concernant la Navigation, l'Astronomie physique, l'Histoire*, etc., où il reproduit les travaux de sa jeunesse qui avaient été couronnés par les Académies et qui étaient devenus introuvables. Il y ajoute huit notes, parfois fort longues, se rapportant à divers points de son ouvrage historique, et un *Discours sur la vie et les ouvrages de Pascal*. En 1779, il avait donné une édition, en cinq volumes in-8°, des œuvres de celui-ci, dont il était l'admirateur enthousiaste. Il n'est pas impossible que Bossut, l'ami de d'Alembert et aussi de Condorcet, auquel il a toujours rendu justice, ait été un des derniers jansénistes ; cela serait parfaitement d'accord avec ce que nous savons de son caractère sombre, de son humeur atrabilaire.

[2] Bossut a rendu pleine justice à son devancier, comme on peut le voir dans le Discours préliminaire qu'il a mis en tête de son histoire. Par contre, il semble bien qu'il n'aimait guère son ancien condisciple Lalande qu'il appelle en un certain endroit : « L'auteur d'un gros catalogue de livres astronomiques. » — Quel pouvait bien être le motif de cette aversion

d'un espace suffisant pour cela. Mais il importe de dire que dans cette histoire, tout le monde, ou à peu près, peut trouver à apprendre, et beaucoup. En fait, plus du tiers de son deuxième volume est consacré à l'histoire de l'astronomie.

7. **Biot.** — Nous ne considérerons ici en Jean-Baptiste Biot né et mort à Paris (1774-1862), que l'historien. Il a beaucoup écrit sur l'histoire de l'Astronomie chez les Egyptiens, les Chinois et les Hindous, et il a été amené à ce genre de travaux par cette circonstance que son fils, Edouard Biot (1803-1850) qui fut élève de l'Ecole polytechnique mais n'entra point dans les services publics, partagea son temps entre d'importantes affaires industrielles d'une part, et, d'une autre l'étude de la langue chinoise. — M. Biot publia dans divers recueils, notamment dans le *Journal des Savants*, une multitude d'articles[1] où il examine certains points de l'histoire de l'Astronomie, surtout chez les Asiatiques.

M. Biot revint sur les travaux historiques qu'il avait publiés çà et là, en choisit un certain nombre qn'il revit, augmenta, corrigea. De ce nouveau travail il résulta

de Bossut pour Lalande, qui, lui, en diverses circonstances, a parlé en termes favorables du mathématicien ? — Ne serait-ce point la différence de leurs convictions philosophiques ? — On sait que Lalande professait l'athéisme le plus radical, et Bossut était un sincère catholique.

[1] Peu d'hommes ont produit autant que M. Biot. Le mari de sa petite-fille, M. F. Lefort, a publié en 1862, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, la liste des écrits de l'illustre savant : — Cette liste comprend 477 numéros, et, pourtant, M. Lefort n'ose pas affirmer qu'elle soit complète.

deux ouvrages publiés à quarante ans d'intervalle. — Le premier à pour titre : *Recherches sur plusieurs points de l'astronomie égyptienne, appliquées aux monuments astronomiques trouvés en Egypte*. 1823 in-8° (Paris, chez Firmin Didot) — Le second, qui est intitulé : *Etudes sur l'astronomie indienne et sur l'astronomie chinoise*, est le dernier travail qu'on doive au vieux physicien. Ce livre, qui fut édité par la librairie Michel Lévy, en un volume in-8°, parut en 1862, l'année même où mourut son auteur. C'est M. Lefort qui en a surveillé l'impression.

Le plan de l'ouvrage de M. Biot était le suivant :

1° *Introduction* :

2° *Etudes sur l'astronomie indienne*, se composant :

I. Des articles sur *The Oriental Astronomer*, de M. Hoisington.

II. Des articles sur la traduction du Sûrya Siddhânta, de M. Burgess.

3° *Précis de l'astronomie chinoise*.

L'introduction, n'étant point terminée, l'éditeur a jugé, sans doute avec raison, qu'il ne pouvait suppléer l'auteur dans la tâche de l'achever, il s'est borné à surveiller l'impression de la partie dont le manuscrit existait. — D'autre part, M. Biot avait songé à remanier un article qu'il avait inséré dans le *Journal des Savants*[1], et, à l'âge de quatre-vingt-huit ans, il avait commencé la rédaction d'un autre travail, qu'il n'acheva pas, sur « la période chaldaïque ». — Tout cela était en vue du volume dont l'impression était en cours lorsqu'il mourut. —

[1] *Nouvelles recherches sur la division de l'année chez les Egyptiens* (d'après H. Brugsch), publié en 1857.

M. F. Lefort, là non plus, n'a pas cru pouvoir se mettre à la place du vieil historien des sciences, et les dernières pages que celui-ci ait écrites sont restées à l'état de manuscrit.

Par contre, M. Lefort a cru devoir terminer le volume par deux lettres que Biot avait adressées au professeur Th. Benfey (de Goettingue) aux dates des 3 décembre 1861 et 13 janvier 1862, lettres ayant pour but de préciser les points de dissentiments qui existaient entre l'auteur et de célèbres indianistes, et d'indiquer les moyens de lever les doutes qui pourraient rester encore sur cette matière difficile.

Ces lettres sont consacrées aux *Nakshatras* des Hindous, elles avaient été publiées dans le journal *Orient und Occident* que dirigeait et publiait à Goettingue M. Th. Benfey.

8. **Paul Tannery**. — Dans sa vie, qui n'a pas été bien longue, puisque, né en 1843 il est mort en 1904, Paul Tannery a trouvé le moyen d'être à la fois un ingénieur dont la carrière a été extraordinairement active, un des premiers hellénistes de l'Europe, un philosophe, et, par dessus tout, un historien des sciences.

Nous prenons pour guide une notice que lui a consacrée son frère Jules Tannery et qui a paru dans les *Mémoires de la Société des Sciences Physiques et Naturelles* de Bordeaux. Nous y voyons que Paul Tannery avait fait ses études aux lycées du Mans et de Caen, et, qu'à partir de la quatrième, il était passé dans la « section des sciences », comme on disait au temps de la « bifurcation », ce qui ne l'empêcha pas de savoir plus de grec et de latin que la plupart de ses camarades de la « sec-

tion littéraire ». A l'âge de dix-sept ans, il entra à l'Ecole Polytechnique avec le n° 16, et il devint ingénieur des tabacs.

Sa carrière administrative le mena dans des villes diverses. Tour à tour, il résida à Bergerac, Bordeaux (où il fit deux séjours différents). Le Havre, Tonneins. A partir de 1890, il habita Paris, d'abord en qualité de chef de bureau au Ministère aux Finances, puis, à partir de 1894, comme directeur de la Manufacture des tabacs de Pantin, — C'est là que la mort vint le surprendre. —

« Sa production depuis 1876 jusqu'à sa mort, nous dit son frère, est vraiment extraordinaire. La plupart de ses recherches concernent l'histoire des sciences et de la philosophie pendant l'Antiquité, le Moyen Age, le XVI[e] et le XVII siècle, Mais que de points de détail il a dû élucider, sur les sujets les plus différents, que d'idées il a su éclairer de la vraie lumière du passé, grâce à une connaissance approfondie de ce passé, à un travail et à une patience inlassables, à une conscience scrupuleuse, à une mémoire extraordinaire par son étendue et sa sûreté, à une habitude de ne se fier qu'à ce qu'il avait vu et revu lui-même, à une liberté de jugement que ne troublaient point les opinions reçues et qu'il devait peut-être en partie à son éducation scientifique, si différente de celle de la plupart des érudits ! Les innombrables notes manuscrites qu'il a laissées font voir à nu, pour ce qui regarde l'histoire des mathématiques, sa façon de travailler : il s'efforçait vraiment de repasser par les états de pensée de ceux dont il étudiait les écrits, de raisonner et de calculer comme eux. »

Si les lignes qui précèdent ne suffisaient pas pour faire sentir l'immense valeur de P. Tannery, la diversité

des recueils où il a écrit[1], le fait qu'il a été chargé de publier les œuvres de Fermat et celles de Descartes, que c'est à lui que la maison allemande Teubner a eu recours pour l'édition des *Opera omnia* de Diophante, qu'il a en même temps, sans se détourner de ses occupations professionnelles, professé un cours libre à la Faculté des Sciences de Paris sur l'histoire des mathématiques pendant une année, et pendant cinq autres années suppléé, au Collège de France [2], M. Lévêque, professeur de philosophie

[1] Parmi ces recueils, nous citerons, *Les Mémoires de la Société des Sciences physiques* et les *Annales de la Faculté des Lettres* de Bordeaux, le *Bulletin astronomique*, le *Bulletin des Sciences mathématiques*, l'*Intermédiaire des mathématiciens*, la *Bibliotheca mathematica* (de Stockholm), les *Archives des Missions scientifiques et littéraires*, etc. Paul Tannery a, en outre, collaboré à des publications non périodiques, telles que l'*Histoire générale du IVe siècle à nos jours*, publiée sous la direction de Lavisse et Rambaud, à la *Grande Encyclopédie*, à l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques pures et appliquées*, etc.

Une bibliographie complète de ses œuvres, rédigée par sa veuve, et insérée à la suite de la notice que nous avons indiquée, renferme 992 numéros.

Enfin, pour terminer, nous dirons que la librairie Gauthier-Villars a entrepris de publier les *Mémoires scientifiques* de P. Tannery. Cette collection formera neuf volumes in-8°, dont les deux premiers ont paru en 1912 et 1913. Espérons que cette publication sera menée à bonne fin, et que les événements n'y mettront point obstacle.

[2] P. Tannery avait espéré devenir titulaire de la chaire consacrée, dans cet établissement, à l'histoire des sciences. Son espoir fut déçu, bien qu'il eût été présenté en première ligne pour occuper cette chaire par l'assemblée du Collège de France à une forte majorité, par l'Académie des Sciences à la presque unanimité. Ce fut un grand chagrin qui accéléra peut-être la fin de sa vie.

grecque et latine, enfin qu'il a laissé de nombreuses notes manuscrites, parmi lesquelles des traductions d'Euclide, de Nicomaque, de Théon de Smyrne, une traduction partielle de la Bible, d'après le texte hébreu, un volume de vers prêt pour l'impression, etc., etc., tout cela fait qu'il est impossible de ne pas reconnaître qu'on se trouve en présence d'un des hommes les mieux doués qui aient jamais vécu.

Les principaux ouvrages historiques dûs à P. Tannery sont les suivants :

1° *Pour l'histoire de la science hellène de Thalès à Empédocle*. — Alcan 1887.

2° *La géométrie grecque, comment son histoire nous est parvenue et ce que nous en savons*. 1[er] partie (la seconde n'a jamais été publiée) Gauthier Villars. 1887.

3° enfin, celui qui nous intéresse le plus, ce sont ses *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*. Gauthier Villars. 1893.

Ce livre est la réimpression du tome I de la quatrième série des *Mémoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux*.

Dans ce volume, qui comprend VIII-370 pages, l'auteur s'est proposé : en premier lieu, de donner de l'*Almageste* une analyse plus complète et plus exacte que celles qu'il a trouvées dans les ouvrages consacrés à l'histoire de l'Astronomie ; en second lieu, à propos de chacune des théories exposées par Ptolémée, de remonter aux antécédents, en tant du moins qu'on peut les connaître par les témoignages de l'Antiquité, et d'esquisser ainsi les traits successifs des progrès de la doctrine. N'ayant point l'intention d'écrire une histoire complète de la science du ciel, il ne s'étend pas sur les systèmes d'Eudoxe et d'Aristarque

sur lesquels on ne peut guère que répéter ce qui se trouve dans les savants mémoires de Schiaparelli.

En revanche, il essaya, dans des chapitres préliminaires, de retracer à un point de vue qu'il croit nouveau, l'ensemble des connaissances astronomiques positives chez les Grecs, et il insiste sur la différence des conceptions successives qu'ils se sont formées de la science du ciel.

Il nous fait observer que le temps n'est pas encore venu d'aborder dans toute son étendue l'examen de l'influence considérable exercée sur le progrès des connaissances réelles ou sur la position des questions théoriques, par les diverses superstitions relatives aux astres et notamment par celle de l'Astrologie judiciaire. Les textes cunéiformes déchiffrés ne nous ont pas encore assez révélé des doctrines chaldéennes pour que l'on puisse essayer de discerner, dans l'astrologie telle qu'elle nous apparaît, ce qui est véritablement antique et ce qui peut, au contraire, n'être qu'une invention postérieure des Grecs. — D'ailleurs, à mesure qu'elle a grandi, la science a réagi à son tour sur les doctrines et les méthodes suivies pour les prédictions. De là de nouvelles difficultés dans l'histoire de l'Astrologie; elle reste entièrement à faire, et l'on ne peut même dire que le premier canevas en soit tracé.

Après bien d'autres, Tannery s'efforce de faire le départ de ce qui, dans l'*Almageste* appartient en propre à Ptolémée et ce qu'il a emprunté à Hipparque. Ses recherches ne font d'ailleurs, c'est lui qui nous le dit, que confirmer l'opinion le plus généralement adoptée, que les progrès véritablement réalisés par l'astronome alexandrin n'ont qu'une importance tout à fait secondaire; sur un autre point, en revanche, il est amené à une conclusion qui

s'accorde beaucoup moins avec les idées courantes : c'est que, si grands que soient les services rendus à la science par Hipparque, son rôle a été singulièrement exagéré. Selon Paul Tannery, c'est aux astronomes antérieurs de l'École d'Alexandrie, et en particulier à Apollonius de Perge, que doivent être restituées l'invention des méthodes géométriques et trigonométriques, la combinaison de nouveaux moyens pour des mesures plus exactes et la première comparaison systématique des observations récentes avec celles que les Chaldéens avaient faites autrefois : « Pour rendre plus clairement ma pensée, nous dit-il, sans ces travaux préliminaires, Hipparque eût été hors d'état d'accomplir la plupart de ceux qui l'ont rendu immortel ; privé de l'œuvre d'Hipparque, Ptolémée, au contraire, n'en eût pas moins été en mesure de composer son *Almageste* ; elle eût été sans doute beaucoup plus imparfaite qu'elle ne l'est, plusieurs théories essentielles, comme celle de la précession des équinoxes, y feraient défaut ; les déterminations numériques seraient beaucoup moins précises ; mais l'ensemble ne présenterait pas un caractère très notablement différent. »

Le principal titre de Ptolémée à la reconnaissance de la postérité ; c'est d'avoir abandonné la tradition de l'École d'Alexandrie pour celle d'Hipparque. Mais on doit bien se garder d'oublier ceux qui, les premiers, ont posé le fondement de la science.

Telles, sont les idées que Paul Tannery développe en son livre qui se divise en quinze chapitres dont voici les en-tête :

I. Ce que les Hellènes ont appelé Astronomie. — II. Ce que les Hellènes ont appelé Astrologie. — III. Les mathématiciens alexandrins. — IV. Les postulats de l'Astrono-

mie, d'après Ptolémée et les auteurs élémentaires. — V. La sphéricité de la Terre et la mesure de sa circonférence. — VI. Le mouvement général des planètes. — VII. Les cercles de la sphère. — VIII. La longueur de l'année solaire. — IX. Les Tables du Soleil. — X. Les périodes d'Hipparque pour les mouvements lunaires. — XI. Les Tables de la Lune. — XII. Les parallaxes du Soleil et de la Lune. — XIII. Les prédictions d'éclipses. — XIV. La théorie des planètes. — XV. Le catalogues des fixes.

L'ouvrage se termine par un appendice formé par un certain nombre d'études concernant divers points spéciaux, et notamment la traduction, due à M. Carra de Vaux des *Sphéres célestes* selon Nasir-Eddin-Attusi, extrait du *Memento d'Astronomie* de cet astronome persan, qui vivait au XIIIe siècle de l'ère chrétienne.

9. **Pierre Duhem**. — Comme Tannery, Pierre Duhem[1] (1861 1916.) fut un prodigieux travailleur. C'est le plus récent des historiens de l'Astronomie, et le dernier dont nous aurons à nous occuper ici.

Né à Paris, il fit à Stanislas de très brillantes études, aussi bien dans les lettres que dans les sciences. Il suffit de parcourir un quelconque des volumes dont nous allons parler, pour se convaincre que leur auteur était un véritable helléniste.

Dès le collège, on sut ce qu'il valait. Jules Moutier,

[1] Sur Duhem, voir l'analyse du cinquième volume de son grand ouvrage historique, que nous avons insérée dans les *Annales de Physique*, année 1918. Nous saisissons cette occasion d'annoncer que la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux se propose de consacrer un volume spécial à celui de ses membres qui lui faisait le plus d'honneur.

celui de ses maîtres qui a le plus influé sur la direction de ses idées, prévoyait le brillant avenir qui était réservé à son disciple : « Retenez bien le nom de votre camarade Duhem, dit-il une fois à un autre collégien, il sera célèbre un jour ».

En 1882, il entra à l'École Normale avec le n° 1, qu'il devait conserver quand il fut reçu à l'agrégation de physique. Après ce succès, il passa encore deux années à l'École, puis, successivement, il enseigna la physique aux Facultés des Sciences de Lille, de Rennes et de Bordeaux. Il avait 34 ans lorsque il fut appelé à cette dernière destination, qu'il ne devait pas quitter, bien qu'il ait vivement souhaité d'arriver à Paris où il aurait eu la possibilité de former de bons élèves en plus grand nombre. — Il n'était pas, tant s'en faut, l'idéal du bon candidat, car la polémique, même avec les hommes les plus élevés dans la hiérarchie scientifique, était loin de lui déplaire. Cela ne fut peut-être pas sans lui faire tort, et, quand la chaire d'histoire des sciences du Collège de France devint vacante, il fut sollicité de poser sa candidature, mais il s'y refusa : « Je suis, disait-il, physicien. C'est comme tel qu'on me prendra à Paris si je dois y revenir. Je ne veux pas y rentrer par une porte dérobée ».

Il n'en était pas moins apprécié à Paris, et comme physicien, et comme historien. L'Académie des Sciences, qui l'avait nommé son correspondant dans la section de Mécanique en 1900, le nomma membre titulaire en 1913, lorsque la création d'une nouvelle section lui eût permis de s'adjoindre comme tels des savants n'habitant pas les départements de la Seine et de Seine-et-Oise. Entre ces deux nominations, elle lui avait décerné le prix Petit d'Ormoy (10000 francs) pour l'ensemble de ses travaux de

physique, et le prix Binoux (2000 francs) pour récompenser ses travaux sur l'histoire des sciences. — Depuis sa mort, le prix Petit d'Ormoy lui a été attribué encore une fois.

Ajoutons qu'à l'étranger, Duhem n'était pas moins considéré qu'en France. M. Antonio Favaro, par exemple, l'illustre éditeur de Galilée, dans un travail sur Pietro d'Abano, le *Lucidator Astronomiae* se déclare : « admirateur enthousiaste du travail de Duhem, de son profond savoir, et de l'ampleur de son érudition », tout en faisant d'ailleurs les plus expresses réserves pour ce qui se rapporte à ses jugements sur la science italienne en général, et en particulier sur quelques savants italiens.

L'activité scientifique de Duhem était, avons nous dit, prodigieuse. Il suffit, pour s'en assurer, de parcourir la Notice qu'il a rédigée en 1913 sur ses titres et travaux scientifiques, en vue de sa candidature à l'Institut. Cette Notice comprend 318 numéros, parmi lesquels on trouve les titres de neuf grands ouvrages consacrés exclusivement à la physique, et qui, publiés en un quart de siècle, permettraient à eux seuls de dire que celui auquel on les doit a bien rempli sa tâche, et même au delà.

Mais, à côté du mathématicien et physicien, il y avait également en Pierre Duhem un historien, et, fort heureusement pour nous, dans la troisième partie de l'Exposé de ses travaux, il nous a donné des indications nous permettant de voir ce qui l'a amené à s'occuper d'études si étrangères, semble-t-il au premier abord, à celles que supposent les ouvrages que nous avons indiqués plus haut. — Nous renverrons le lecteur à cet Exposé.

Qu'il nous suffise de dire que de ses études historiques, il résulta un grand nombre d'articles publiés en divers

recueils, et les principaux de ces articles se condensèrent en deux grands ouvrages dont le premier expose les *Origines de la statique* (2 vol. in 8°. — 1905-1906) et le second, publié de 1906 à 1913 forme trois volumes in 8° et a pour titre : *Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu.*

C'est par l'étude de ce grand artiste qu'il débuta dans ses travaux historiques, car il savait que parmi les papiers de Léonard se trouvent esquissées d'importantes réflexions manuscrites sur la Statique. La lecture de ces manuscrits et des livres de Jérôme Cardan appelèrent son attention sur la Statique inexplorée du Moyen-Age, et, dans les manuscrits relatifs à cette science que conservent les bibliothèques publiques de Paris, il fit des trouvailles inespérées. C'est ainsi que, dès le XIIIe siècle, peut-être même auparavant, l'École de Jordanus de Nemore ouvre aux mécaniciens des voies que l'Antiquité n'avait pas connues.

Après les origines de la Statique, M. Duhem étudia celles de la Dynamique. Les physiciens qui enseignaient, au XIVe siècle, à l'Université de Paris, prirent l'observation pour guide et substituèrent une autre Dynamique à celle d'Aristote, convaincue d'impuissance à « sauver les phénomènes » ce qui ne fut pas sans faire scandale et cette doctrine des « Modernes » fut, au temps de la Renaissance, également repoussée par l'archaïsme superstitieux des humanistes et par la routine averroïste d'une scolastique rétrograde. Galilée et ses émules furent, en somme, les héritiers de la tradition parisienne, et M. Duhem, qui avait au plus haut degré l'amour de sa ville natale, dut être particulièrement heureux de cette conclusion.

Mais le Moyen-Age a ses racines dans l'Antiquité grecque et latine, et M. Duhem fut donc tout naturellement amené à s'occuper de celle-ci, et spécialement de son Astronomie, car, jusqu'à la Renaissance, il n'est guère qu'une partie de la Physique où la théorie mathématique ait pris assez de précision pour qu'on puisse discuter sur leurs mutuels rapports, c'est à savoir la science du ciel.

Il passa donc en revue les études astronomiques chez les anciens Hellènes d'abord, puis chez leurs successeurs, Latins, Arabes, Juifs ou Chrétiens du Moyen-Age ; il en résulta un magnifique ouvrage qui, dans la pensée de son auteur, devait se composer de douze volumes. La publication des quatre premiers avait fait, on peut le dire, sensation. L'impression du cinquième était commencée lorsque, le 14 septembre 1916, une mort impitoyable vint emporter l'auteur qui se trouvait alors dans sa maison de Cabrespine (Aude), où il avait d'autant plus de plaisir à aller passer ses vacances que ses aïeux avaient su se faire aimer dans le pays, et qu'il avait hérité de cette affection.

Depuis la déclaration de guerre, il avait ajouté au fardeau de ses travaux habituels : non content de faire ses leçons avec régularité, il fit des conférences publiques qui furent imprimées sous le titre de : *La science allemande.*

Il publia aussi une autre brochure intitulée : *La Chimie est-elle une science française?* ainsi que sept notes importante relatives aux phénomènes de l'électrodynamique, qui parurent dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences : en lui, le physicien n'avait pas été tué par l'historien.

Enfin, n'oublions pas qu'il se mêla aux œuvres de guerre, et, en particulier prit une part notable aux travaux du *Comité girondin de l'Orphelinat des armées*. Il avait, il importe de le dire, une pleine confiance dans l'issue de la lutte, mais il ne devait pas en voir la fin : sa santé s'était altérée pendant les vacances, et il mourut subitement, au moment où il s'apprêtait à sortir pour aller lire le communiqué à la poste. — Si résigné qu'il fût, il eût sans doute singulièrement souffert de laisser inachevé son grand Livre du *Système du monde* (*histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*), et cependant il semble bien qu'il en avait quelque pressentiment, car dans l'Avant-propos de son premier volume il disait à ses lecteurs que « l'œuvre dont il entreprenait la publication aurait de vastes proportions pourvu que Dieu lui donnât la force de l'achever ». Sa prévision ne devait être que trop exacte ; heureusement, les conditions dans lesquelles il est mort lui ont épargné un grand regret.

Des douze volumes dont l'ouvrage devait se composer, on espère que huit pourront être publiés ; déjà le cinquième a paru. C'est M. Rougier, professeur à la Faculté des Lettres d'Aix, (il est beaucoup question de métaphysique dans ce volume) et nous même, qui avons veillé à l'impression de ce volume.

Il nous semble impossible d'analyser ici cet ouvrage inachevé. Disons seulement que nous nous sommes déjà acquitté de notre mieux de cette tâche en publiant dans le *Bulletin astronomique* des études sur les quatre premiers volumes du *Système du Monde*. C'était M. Duhem lui-même qui nous avait fait l'honneur de nous proposer d'écrire ces articles, auxquels nous croyons devoir ren-

voyer nos lecteurs. Si dans les pages qui vont suivre, on trouve quelque chose comme un reflet du grand livre de Pierre Duhem, on ne devra pas trop s'en étonner.

Cette œuvre, si elle eût été menée à bonne fin, eût paru sans doute quelque peu touffue à beaucoup de ceux à qui elle serait tombée entre les mains. M. Duhem le sentait bien, et se proposait de la résumer lorsqu'il l'aurait terminée : « Quand j'aurai fini mon *Système du monde*, disait-il, je m'enfermerai pendant les vacances à Cabrespine, et j'en dégagerai en 300 pages, sans appareil d'érudition, les conclusions essentielles ».

Rien n'aurait été plus utile que ce résumé synthétique.

Nous ne devons pas oublier que nous faisons l'histoire de l'Astronomie et non celle de ses historiens. — Nous n'en étudierons donc pas d'autres que ceux dont nous venons de passer en revue la vie et les écrits et nous nous bornerons à indiquer ici quelques livres historiques, dont la lecture est du plus haut intérêt. En premier lieu, l'*History of physical Astronomy* (1852) de Robert Grant, ouvrage classique en Angleterre, la *Geschichte der Astronomie* (1877) de Rudolf Wolf, à qui l'on doit encore un recueil de biographies de savants suisses, formant quatre volumes publiés de 1858 à 1862 et renfermant de nombreuses notices parmi lesquelles il s'en trouve de fort intéressantes, comme celles qui sont consacrées à Jost Bürgi, à Lambert, à Jean André Deluc, à Ferdinand Berthoud, etc, les remarquables mémoires historiques dûs au savant universel qu'était Giovanni Schiaparelli : « *I precursori di Copernico nell antichita* et : « *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Callipoe di Aristotele* » Enfin, la très intéressante *Histoire abrégée de l'Astronomie*, où

M. E. Lebon a su réunir, malgré ses dimensions restreintes une foule de renseignements fort commodes, qu'il est facile de compléter dans des ouvrages plus étendus. Tout le monde peut trouver beaucoup à apprendre dans ce recueil de biographies.

CHAPITRE II

L'ASTRONOMIE CHEZ LES PEUPLES N'APPARTENANT PA AU MONDE CLASSIQUE

1. **Chinois.**— Nous avons affaire ici à une nation dont l'antiquité est considérable, et sur l'astronomie de laquelle nous avons, par bonheur, des renseignements précis que nous a transmis un homme très compétent, le P. Gaubil.

Né en Languedoc en 1689, celui-ci entra dans la compagnie de Jésus à l'âge de quinze ans, il en avait trente-quatre lorsqu'il fut envoyé comme missionnaire en Chine ; il ne revit jamais l'Europe, et mourut à Pékin en 1759. — Pendant ce long séjour dans l'Empire du Milieu, il se familiarisa aussi parfaitement que possible avec les langues chinoise et tartare, si bien qu'il servait d'interprète au gouvernement chinois dans sa correspondance diplomatique avec le gouvernement russe. — Cette correspondance se faisait en latin. — Le P. Gaubil ne se bornait pas à ses fonctions officielles et à ses devoirs d'apôtre religieux. C'était un véritable savant. Il faisait des observations astronomiques, et, surtout, adressait aux savants européens, à Fréret [1] et à Delisle, par exemple, des documents devant servir à faciliter leurs études historiques et scientifiques.

[1] On sait quelles étaient les opinions de Fréret sur les questions religieuses. — Il est donc assez piquant de voir un Jésuite se faire son correspondant.

Le P. Souciet, autre Jésuite, a fait imprimer eu 1729-1732, un grand ouvrage consacré à la Chine : *Observations mathématiques, astronomiques, géographiques, chronologiques et physiques, tirées des anciens livres chinois, ou faites nouvellement aux Indes par les P. P. de la Compagnie de Jésus.* 3 volumes in 4°. Dans ce recueil, il a imprimé une *Histoire abrégée de l'astronomie chinoise,* et un *Traité de l'astronomie chinoise*, dont Gaubil était l'auteur. — Ces deux écrits ont été reproduits, avec des modifications, dans les *Lettres édifiantes*, sous le titre d'*Histoire de l'astronomie chinoise*. Enfin, on doit encore au savant missionnaire un *Traité de la chronologie chinoise*, qu'on trouva en 1814 dans les papiers provenant de Fréret que possède le Bureau des Longitudes. A la demande de Laplace, Silvestre de Sacy, aidé par Abel Rémusat, publia immédiatement ce manuscrit.

M. Biot, cela va sans dire, a eu largement recours aux documents fournis par les missionnaires jésuites pour ses travaux sur l'astronomie chinoise, dont nous avons indiqué les principaux.

Parmi nos contemporains, il se trouve un astronome anglais, M. Knobel, qui se consacre exclusivement à l'étude de l'astronomie des peuples de l'Extrême-Orient. Nous le remercions de la complaisance avec laquelle il a bien voulu nous fournir des documents qui nous faciliteront grandement la tâche qui nous est imposée.

La nation chinoise est de toutes, semble-t-il, la plus anciennement civilisée, ajoutons qu'elle présente ce phénomène d'avoir été, jusqu'en ces derniers temps, ardemment conservatrice, et paraît ne s'être pour ainsi dire pas

modifiée depuis de longs siècles. Mais, au moment actuel, il est vraisemblable que cela va cesser, et que, sous l'influence des idées européennes, les vieilles traditions chinoises vont disparaître.

Peu nous importe d'ailleurs, ce que nous avons à constater, c'est l'extrême antiquité des annales de ce peuple, et que, dans ces annales, il se trouve des observations astronomiques remontant à des époques très reculées.

La préparation d'un calendrier officiel, publié chaque année quelques mois avant l'époque où l'on devait le consulter était, pour les Chinois, un des principaux devoirs du gouvernement. Aussi, y avait-il en Chine, à des dates très anciennes, des observatoires publics et des astronomes, fonctionnaires de l'Etat, chargés d'observer le ciel afin qu'on en pût déduire les présages, favorables ou défavorables, relatifs aux choses qui intéressaient le gouvernement. Il y aurait donc eu, dans la collection des registres de ces astronomes, un incomparable trésor d'observations, vu le temps reculé où celles-ci ont été faites. Par malheur, en 213 avant J.-C., l'empereur Tschin-Chi-Hoang-Ti, ordonna la destruction de tous les livres classiques de morale, de philosophie, d'astronomie et d'histoire, n'exceptant que les ouvrages offrant un intérêt pratique, et les annales de sa famille. Cet ordre, digne de Caligula ou de Néron, fut exécuté avec une rigueur implacable, et bien des documents précieux périrent. — Quelques années plus tard, une révolution amena une nouvelle dynastie, celle des Han, dont le fondateur s'efforça de réparer le désastre causé par l'ordre stupide de son prédécesseur, et fit rechercher tous les livres qui avaient échappé aux flammes.

C'est ainsi que nous avons quelques observations dues à

Tcheou-Kong, frère de l'empereur Wou-Wang [1], et ces observations sont d'une remarquable précision. Le prince astronome observait les ombres méridiennes d'un gnomon de huit pieds chinois de haut ; sa méridienne était tracée avec soin, sur un terrain bien nivelé, situé dans la ville de Loyang (aujourd'hui Honan-Fou). — Tcheou-Kong trouva que la longueur de l'ombre méridienne était d'un pied et demi au solstice d'été et de treize pieds au solstice d'hiver. — Appliquant à ces résultats les corrections relatives au demi-diamètre du soleil, dont il faut tenir compte, ce que ne faisaient pas les anciens astronomes, à la réfraction et à la parallaxe du Soleil, Laplace trouva, pour la hauteur du pôle à Loyang, un résultat qui tient à peu près le milieu entre les valeurs que les missionnaires jésuites, habiles observateurs, ont données pour la latitude de cette ville. Il trouva également, pour l'obliquité de l'écliptique tirée des observations de Tcheou-Kong un résultat très voisin de celui que donnent les formules de la *Mécanique céleste* pour cette obliquité en l'an 1100 avant J.-C., époque certainement très voisine des observations dont il s'agit.

Tcheou-Kong observa encore la position du solstice d'hiver avec une remarquable précision, des astronomes venus bien après lui, en l'an 66 de notre ère, comparant cette observation avec les leurs propres, en déduisirent cette importante conséquence que le solstice va toujours rétrogradant parmi les étoiles, en sens contraire du mouve-

[1] Dès l'époque de cet empereur, qui vivait au XIe siècle avant J.-C., il existait en Chine un observatoire, qu'on appelait la Tour des esprits. Bien avant Wou-Wang, d'ailleurs, les Chinois avaient un calendrier luni-solaire.

ment propre du Soleil. C'était la grande découverte de la précession des équinoxes faite par Hipparque environ deux siècles plus tôt. Les astronomes chinois eurent d'ailleurs beaucoup moins de mérite que l'astronome grec, qui avait comparé la longitude qu'avait de son temps l'étoile appelée l'Epi de la Vierge à celle que, seulement 122 ans plus tôt, lui donnait Timocharis, et qui avait su d'ailleurs reconnaître la simplicité du phénomène consistant en un mouvement parallèle à l'écliptique. Les Chinois, ne faisant usage que des coordonnées équatoriales, n'avaient pas su dégager la véritable loi de ce grand mouvement d'ensemble du ciel,

Une conséquence de ce fait qu'ils n'avaient pas su se faire une idée nette de la précession des équinoxes fut, que, pendant bien longtemps, ils crurent que le pôle coïncidait avec une étoile fixe, ce qui, évidemment, ne pouvait être que momentané, à supposer que cela ait jamais été réalisé. C'est seulement en 460 après J.-C. que Tsou-Tchong reconnut le mouvement diurne de la polaire, chose que les Grecs avaient découverte bien des siècles aupavarant.

Les Chinois ont toujours été, d'ailleurs, de pauvres mathématiciens [1] ; ils n'ont jamais connu que quelques règles élémentaires d'arithmétique et de géométrie, et, le plus souvent, ils n'en avaient qu'une connaissance tout

[1] S'il en fallait une preuve, c'est qu'ayant reconnu à une époque très ancienne que la durée de l'année est de 365 jours et un quart, ils eurent la singulière idée de partager la circonférence en 365 parties égales plus un quart de partie, de façon que le soleil parcourût journellement une de ces parties valant 0°59'3'',25 de notre divis[illegible] sexagésimale. — On voit d'ici les complications qui en résultaient.

à fait empirique et auraient été absolument incapables de les démontrer. — Le fait qu'ils avaient, comme on sait, un Tribunal de mathématiques, chargé de régler le calendrier, ne doit pas faire illusion. De ce tribunal au Bureau des Longitudes, il y avait loin. — Même en mécanique, ce peuple si bien doué pour l'industrie, n'avait que des théories fort peu développées.

Cela ne les empêchait pas de bien travailler de leurs mains. — C'est ainsi qu'en 99 après J. C., on voit l'empereur alors régnant faire construire un grand instrument en laiton, devant servir à rapporter les positions des astres à l'écliptique, comme les Grecs le faisaient depuis plusieurs siècles. Nous avons vu que c'était un progrès désirable.

On dit qu'un astronome chinois du deuxième siècle, de notre ère, Tchang-Heng, observait les astres au moyen d'un tube. Aurait-il donc connu les lunettes ? Telle n'est pas l'opinion du P. Gaubil, et il semble bien qu'il ait raison. Un instrument aussi important, une fois connu, ne peut tomber dans l'oubli, il est à la fois trop utile et trop curieux pour que ce soit possible. — Or, les Chinois du XVIe siècle, époque où les relations commencèrent entre l'Orient et l'Occident, n'avaient aucune idée des lunettes et des télescopes.

Nous pouvons encore citer une sphère céleste d'une prodigieuse grandeur construite en 443 par Ho-Ching-Tien par l'ordre de l'empereur alors régnant, comme preuve du goût des Chinois pour les constructions mécaniques et les représentations matérielles de la voûte céleste. — Nous aurons encore à faire mention de travaux analogues, fruits de leur habileté manuelle.

Un astronome qui ne doit pas être passé sous silence est

Y-Hang (VIII[e] siècle après J.-C.), qui attribua aux étoiles fixes un mouvement de un degré en longitude tous les 83 ans, ou bien 45″, 8 pour la valeur de la précession annuelle. Hipparque donnait à cette précession la valeur de 46″ 8. Selon l'*Annuaire* du Bureau des Longitudes, la véritable valeur est de 50″, 2. — Y-Hang s'occupa également de géographie et détermina les latitudes d'un certain nombre de localités de son pays. Le mouvement de Jupiter attira son attention, et dans un autre ordre d'idées, on le voit construire un grand globe de cuivre, qui montrait, grâce à des roues mues par l'action de l'eau, le mouvement du Soleil, de la Lune et des cinq planètes alors connues, leurs conjonctions et oppositions, les occultations des planètes et des étoiles, la longueur des jours et des nuits, etc. — A en juger par ce que nous venons de dire, ce globe devait être un véritable chef d'œuvre.

Cela n'empêcha pas Y-Hang de prédire des éclipses qui n'arrivèrent pas, et pour se défendre, il allégua que les mouvements du ciel avaient perdu leur régularité. C'était, on en conviendra, une médiocre excuse.

Un astronome chinois qu'il ne faut pas non plus oublier est Tchang-Tse-Sin ; qui vivait au V[e] siècle de l'ère chrétienne. C'était, semble-t-il, un homme doué d'une grande patience et d'une grande puissance de travail, car il passa trente ans de sa vie dans la solitude, ne s'occupant que d'observations et de calculs astronomiques. Il fut récompensé de ses peines par la découverte de l'inégalité des quatre saisons de l'année, dont ses compatriotes ne se doutaient pas, bien que ce grand fait pût se reconnaître dans les résultats de leurs observations, et il leur donna aussi les premières règles dont ils se servirent pour calculer les inégalités du Soleil. — Aussi, à juste

titre, la postérité le plaça t-elle très haut. — Il est probable que l'astronome hindou qui a écrit le Sourya — Siddhânta a mis à contribution les œuvres de son contemporain chinois.

Nous arrivons au plus illustre des astronomes chinois Ko-Cheou-King, qui vivait à notre XIII[e] siècle, et qui fut un observateur extrêmement habile. Au risque de choquer les traditionnistes, si nombreux dans son pays, il n'hésita pas à abandonner les gnomons, dont la hauteur, par une sorte de rite, était fixée à huit pieds depuis un temps immémorial, et il s'en fit construire [1] un haut de quarante. En même temps, et c'était un perfectionnement d'une importance non moins égale, il termina ce gnomon, non par une pointe, comme avaient fait ses prédécesseurs, mais par une plaque de cuivre percée d'un très petit trou, ce qui lui donnait avec une grande précision l'image du centre du Soleil. — Trois siècles plus tard, Tycho-Brahé ne faisait pas aussi bien. — Aussi, Laplace fait-il le plus grand cas de l'astronome chinois, dont les observations prouvent d'une manière incontestable les diminutions de l'obliquité de l'écliptique et de l'excentricité de l'orbe terrestre, depuis cette époque jusqu'à nos jours. — Ko-Cheou-King, ne commit qu'une faible erreur sur la position du solstice d'hiver [2] par

[1] Ko-Cheou-King eut parfaitement raison en ceci, à son point de vue, mais, d'autre part, ce n'était pas sans motif que la loi avait imposé une longueur fixe pour les gnomons placés sous les yeux du public ; on évitait ainsi l'incommodité inhérente à l'emploi de gnomons ayant chacun sa longueur propre.

[2] Le commencement de l'année chinoise était fixé au jour du solstice d'hiver. De là, la grande importance de la détermination de ce jour. — Ajoutons que les astronomes du Céleste-

rapport aux étoiles en 1280. Il croyait qu'alors le solstice coïncidait exactement avec le périgée du Soleil, et non l'apogée, comme a dit Laplace par inadvertance dans *l'Exposition du Système du Monde*, ce qui, en réalité, avait eu lieu trente ans plus tôt. Enfin, il donnait à la longueur de l'année sa valeur exacte.

Après lui, nous ne trouvons plus à nommer qu'un prince nommé Tching qui s'associa, vers l'époque où les missionnaires européens apportèrent en Chine les méthodes occidentales, avec l'astronome Hing-Yun Lou ; tous deux s'occupèrent avec zèle de faire progresser la science, et n'y épargnèrent ni peine ni dépense. Nous reviendrons plus loin sur les travaux astronomiques des missionnaires européens en Extrême-Orient [1].

2. **Hindous.**— A la différence des Chinois, les Hindous se sont préoccupés des sciences à un autre point de vue que celui de leurs applications. — On peut dire qu'avec les Grecs, ils se sont partagé le vaste domaine des mathématiques. Laissant aux Hellènes la géométrie pure, où ils ont été si loin, les habitants de la vaste péninsule asiatique se sont surtout occupés de la théorie des nombres ; ils y ont fait des découvertes considérables. *Arya-Bhatta*, par exemple, qui vivait au VIe siècle de notre ère, et dont la renommée s'est étendue jusqu'en notre Occident, où on l'appelait Ardubarius, s'occupa particulièrement de l'analyse indéterminée, et il eut des disciples qui portèrent

Empire mesuraient le temps au moyen de clepsydres, dont la construction semble ne pas avoir varié avec le temps.

[1] Il serait naturel, semble-t-il au premier abord, de parler ici de l'astronomie japonaise, mais les Japonais, aux anciens temps, ne paraissent jamais s'être occupés que d'astrologie. —

cette branche de la science à un haut degré de perfection. — Si les travaux de ces mathématiciens avaient été connus plus tôt en Europe, l'analyse algébrique et les recherches sur les propriétés des nombres, qui ont fait tant de progrès depuis deux siècles, en auraient fait encore de plus remarquables.

Ils nous ont rendus d'autres services, dont nous profitons tous les jours, le plus souvent sans nous en douter. C'est à tort, en effet, que nous attribuons l'origine de nos chiffres usuels aux Arabes. Ceux-ci, à ce point de vue, n'ont été que les intermédiaires entre les Indiens et nous ; et ce qui leur fait le plus d'honneur, c'est qu'ils ont eu les premiers l'idée de donner aux chiffres indépendamment de leur valeur proprement dite, une valeur de position, et on leur doit aussi notre usage actuel du zéro, que les Grecs, dans leur numération sexagésimale, n'employaient que pour marquer l'absence des degrés, minutes ou secondes. Leur arithmétique, qui est la nôtre, était infiniment supérieure par la commodité à celle des Grecs et des Romains, ce qui n'empêche pas que son introduction en Occident, au Moyen Age, n'a pas été sans difficultés, si bien que ceux qui étaient habiles dans la pratique des calculs de l'arithmétique décimale, jouissaient de l'admiration générale, et qu'on les honorait de la qualification d'algorithmistes. Au XIV[e] siècle, un habile calculateur, nommé Paolo Dagomari, fut surnommé Paolo dall Abbaco[1]. — Ajoutons que les Indiens ont aussi le mérite d'avoir introduit la notion des quantités négatives, qu'ils assimilaient au *doit*, par comparaison avec

[1] Le premier traité d'arithmétique décimale, publié en 1202 par Fibonacci, avait pour titre : *Liber Abaci.*

l'*avoir*. Les Grecs n'ont pas été jusque là et quand ils trouvaient comme solution d'un problème une quantité négative, ils s'attachaient à modifier la forme de l'énoncé de façon à se débarrasser de cette solution gênante.

Toujours est-il que, malgré la prétention des Hindous à une antiquité prodigieusement reculée, les livres astronomiques qu'ils nous ont légués ne sont pas très anciens : Le *Sourya-Siddhânta* [1], dont l'auteur est inconnu, date du IVe ou Ve siècle après J.-C.. Brahmagoupta, auteur d'un grand Traité d'Astronomie est contemporain de nos derniers Mérovingiens.

Il en résulte que l'Astronomie des Indiens, telle que nous la connaissons, n'est pas leur Astronomie primitive, et qu'elle a fortement subi l'influence de la science grecque. L'auteur du Sourya-Siddhânta n'avait peut-être pas lu Ptolémée, son livre n'en est pas moins, à certains points de vue, un reflet des ouvrages des astronomes hellènes antérieurs à celui-ci.

Il ne faut pas oublier que depuis l'expédition d'Alexandre, les relations commerciales et autres, entre Grecs et Hindous, étaient fréquentes, et que même des colonies grecques habitaient au milieu de ces derniers.

Toujours est-il que les astronomes de l'Inde semblent avoir été de médiocres observateurs. — Qu'on en juge : leurs instruments, tels que nous les connaissons d'après les descriptions qu'eux-mêmes nous en donnent, étaient grossièrement construits, et, à vrai dire, étaient des appareils propres à donner une idée à peu près exacte des phénomènes à des écoliers, mais non pas à les mesurer avec

[1] Ce titre signifie : *Vérité certaine, révélée par Sourya*, c'est-à-dire par le Soleil.

exactitude, et il est tout à fait impossible que, grâce à eux, ils aient pu déterminer les éléments les plus délicats des mouvements célestes, assigner les instants des équinoxes, fixer le lieu précis du point équinoxial, etc. — Il est donc probable qu'ils ont travaillé surtout sur les observations des anciens astronomes chaldéens et grecs, plus tard, ils ont ressenti l'influence des astronomes chinois. Leur Astronomie, selon Biot, « était une science telle que les Hindous la conçoivent : érudite, livresque, comme dirait Montaigne ; s'occupant à rédiger des almanachs populaires, à composer des thèmes de nativité, à calculer, par des règles toutes faites, des annonces d'éclipses, et nullement occupée à perfectionner les observations dont elle n'avait nul besoin. »

Cependant, si on avait voulu les en croire, ils auraient jadis, depuis des temps très reculés, fait de longues séries d'observations. Dans ce cas, il est bien étonnant qu'ils n'aient pas découvert le grand phénomène de la précession des équinoxes dont Hipparque s'aperçut, comme nous l'avons dit par la comparaison de ses propres observations avec d'autres antérieures seulement d'un peu plus d'un siècle.

L'auteur du Sourya-Siddhânta s'était fait une singulière idée de la précession des équinoxes, idée qui se retrouve, comme nous le verrons, chez certains astronomes du Moyen Age. Pour lui, l'équinoxe ne se déplace pas le long de l'écliptique continuellement dans le même sens, mais c'est, pour ainsi dire, un mouvement oscillatoire qui fait que l'équinoxe marche, d'abord de l'ouest à l'est, puis de l'est à l'ouest autour de l'étoile ζ Poissons. — L'amplitude de ce mouvement pendulaire est de 27°, qui sont parcourus en 1800 ans. Il ne semble pas

d'ailleurs que cette idée soit due aux Hindous. Certains Grecs avaient eu la même opinion, que Ptolémée avait cru devoir désapprouver.

En réalité, la science astronomique, chez les anciens Hindous, n'a jamais pris un essor bien remarquable. Elle avait fini par se réduire à des recueils de recettes permettant d'arriver machinalement à déterminer, pour une époque indiquée, les positions apparentes du Soleil, de la Lune, et des planètes, d'indiquer les dates et les phases principales des éclipses de Soleil et de Lune, enfin, donnant le moyen de faire des prédictions astrologiques, ce qui, de tout temps, a été une chose de la plus haute importance pour les Orientaux encore plus que pour les Européens. Ajoutez que ces livres étaient rédigés en vers, ce qui n'était pas fait pour donner de la précision au langage, et ces vers étaient appris par cœur. Les brahmes arrivaient ainsi à calculer des éclipses avec exactitude et rapidité ; ils ne méritent pas pour cela d'être honorés du titre d'astronomes.

Les missionnaires qui allèrent évangéliser (sans grand succès, semble-t'il) l'Inde aux XVIIe et XVIIIe siècles, nous ont appris beaucoup de choses sur cette Astronomie, et ils eurent de fréquents rapports avec ceux des Hindous qui s'en occupaient, brahmes ou autres, par exemple avec le rajah Saway-Jay-Singh, qu'ils appellent Jaesing. Ce prince avait fait bâtir cinq observatoires, dont les ruines se voient encore dans les villes de Bénarès, Muttra, Delhy, Ujjain, et Jaypour[1]. Ce dernier a été restauré dernièrement ; — Il paraît que dans ces établissements,

[1] Sur ces observations, voir le *Bulletin de la Société astronomique de France*, année 1911, p. 215 et seq.

on faisait usage de procédés d'observation qui n'étaient pas sans rapports avec ceux qui étaient en usage à l'Observatoire de Paris à la fin du XVII[e] siècle, et il serait intéressant de retrouver les vestiges des travaux qui ont pu y être effectués. — Jay-Singh était au courant de la science européenne, ou, du moins, il avait connaissance des tables de La Hire, alors tout nouvellement publiées, et le P. Pons prédisait que, dans l'avenir, il serait regardé comme le restaurateur de l'Astronomie indienne.

Quoi qu'il en soit, au XIX[e] siècle, grâce aux travaux des savants anglais et américains, de Colebrooke, de Davis, de Bentley, de Hoisington, de Burgess, etc, il nous est beaucoup plus facile de nous faire une idée de cette astronomie, et M. Biot commentant leurs ouvrages, a encore augmenté cette facilité pour les lecteurs français.

Enfin, toujours dans ce même siècle, les Anglais ont importé dans l'Inde la véritable science du ciel ; Taylor, Jacob et Pogson, à Madras, Wilcox [1] à Lucknow, ont fait des travaux qui feront vivre leurs noms.

Il n'est pas inutile de noter que souvent les astronomes européens qui ont travaillé dans la grande péninsule asiatique ont pris comme assistants des indigènes, et qu'ils s'en sont bien trouvés.

La position géographique des observatoires indiens leur donne une grande importance pour les études relatives à notre système solaire. On doit souhaiter leur maintien et l'accroissement de leurs ressources.

[1] Les instruments de l'observatoire de Lucknow, ainsi que les manuscrits de Wilcox, ont malheureusement péri pendant la révolte des Cipayes.

3. **Mexicains et Péruviens.** — Lorsque le Nouveau-Monde fut découvert par Christophe Colomb, il était habité par des peuples parvenus à des degrés de développement fort divers. C'est ainsi que, dans le pays que nous appelons aujourd'hui le Brésil, on ne trouvait guère, semble-t-il, que de véritables sauvages, tandis que les empires du Mexique et du Pérou étaient de grands Etats, jouissant d'une civilisation autre, assurément, que celle de l'Europe, mais néanmoins très appréciable, et qui était à peu près comparable à celle des anciens Egyptiens[1].

Mexicains et Péruviens avaient donc une certaine connaissance des phénomènes célestes, et nous allons en donner le résumé.

Au Mexique, en particulier, non seulement on était arrivé à un certain nombre de connaissances sérieuses, mais la science du ciel était enseignée dans la capitale intellectuelle du pays, la ville de Tezcuco, qui n'existe plus aujourd'hui, mais où il y avait une véritable université que fréquentait toute la jeune noblesse mexicaine.

Les Mexicains étaient arrivés à déterminer très exactement la durée de l'année solaire, plus exactement qu'Hipparque, en tout cas ; en 104 années semble t-il, ils intercalaient 25 jours. — En somme, la durée de leur année était à peu près celle qu'avaient adoptée les astronomes arabes au temps du calife Al-Mamoun.

Une chose remarquable, c'est qu'au Mexique, comme dans toute l'Amérique précolombienne, on n'avait connaissance que d'une seule planète, Vénus. Les Grecs

[1] Les Egyptiens étaient toutefois supérieurs aux Américains, qui ne connaissaient pas l'usage du fer.

du temps d'Homère et d'Hésiode n'étaient pas plus avancés.

Les Mexicains ne pouvaient donc adopter une division du temps analogue à notre semaine, qui suppose la connaissance des sept planètes, en comprenant la Lune parmi celles-ci. Ils avaient une petite période de cinq jours ; quatre de ces périodes formaient ce qu'on peut appeler le mois. L'année comprenait donc dix-huit de ces mois, auxquels on ajoutait cinq jours complémentaires.

Quant à la journée, ils la divisaient en seize parties égales, d'un lever du Soleil au lever suivant.

Evidemment, au Mexique comme partout, les phases de la Lune avaient attiré l'attention des gens instruits comme celle des ignorants, mais, on le voit, notre satellite ne jouait aucun rôle dans la manière de compter les dates, et on évitait ainsi bien des complications inutiles.

Quant aux instruments dont faisaient usage les astronomes de l'empire aztèque, il semble bien qu'ils ne disposaient que du gnomon, dont ils observaient avec soin les ombres aux époques des équinoxes et des solstices. On sait qu'au Mexique, il existe encore des pyramides auxquelles on donne le nom de *téocallis*, et au sommet desquelles on immolait des victimes humaines. Ces monuments, qui sont considérables, sans atteindre les dimensions des pyramides d'Egypte, sont, comme celles-ci, parfaitement orientés.

Ajoutons que, faute de documents, il est difficile de savoir ce qui, dans la science du ciel, telle que les peuples du Mexique la connaissaient à l'époque où ils furent conquis par les Espagnols, revient exactement à chacune des deux races qui ont tour à tour, dominé dans cette vaste contrée, les Toltèques et les Aztèques.

Au Pérou, qui eut le malheur d'être conquis par un homme qui n'avait absolument aucune culture, car Pizarre ne savait pas même lire, et était, assurément, au point de vue intellectuel, fort inférieur au moins à quelques-uns de ceux qu'il regardait comme des sauvages privés de raison, nous trouvons encore une Astronomie digne de ne pas être oubliée.

Trois siècles avant l'arrivée des Espagnols, les Péruviens faisaient la durée de l'année égale à 365 jours et un quart. Ils observaient le passage du Soleil à leur zénith, en notant les jours où une tige verticale n'avait aucune ombre.

Comme plusieurs peuples habitant la zone torride (les Mexicains sont à la limite de cette zone) les Péruviens avaient adopté un calendrier lunaire. Ils comptaient douze lunaisons, qui avaient des noms particuliers, et savaient, d'une manière générale, qu'il fallait ajouter 11 jours pour se mettre d'accord avec le mouvement du Soleil. — Il est d'autant plus curieux qu'ils n'aient pas songé à se régler d'une manière exclusive sur ce dernier mouvement que, pour eux, l'astre du jour était et le plus puissant des dieux, et l'ancêtre des Incas, leurs souverains héréditaires.

Ils déterminaient les solstices non pas au moyen du gnomon, mais par l'observation de l'azimut de l'ombre du Soleil levant ou couchant. Dans ce but, ils avaient construit, aux environs de Cuzco un ensemble de quatre tours, ayant à peu près cinq mètres de diamètre ; des deux tours les plus éloignées, (hautes d'environ soixante mètres) on déterminait le jour où un filet de lumière, provenant du bord de l'astre à l'horizon, était une tangente commune intérieure aux deux tours qui ser-

vaient de jalons. — Il est clair qu'on avait choisi un jour de solstice pour établir le plan de ce monument, qui ne devait pas être bien ancien, car en peu de siècles, il aurait permis de découvrir la variation de l'obliquité de l'écliptique, qui était tout à fait inconnue des Péruviens.

Ces tours subsistèrent jusque vers 1560. Mais les Espagnols avaient trop de mépris pour les vaincus pour entretenir les monuments que ceux-ci avaient construits. — Bien heureux quand la superstition ne leur faisait pas détruire ces édifices « consacrés au démon ».

Aussi, nous ignorons, sur l'Astronomie des peuples américains, bien des choses qui auraient pour nous le plus vif intérêt.

On dit souvent, et c'est par bonheur une très grande exagération, que les Espagnols ont détruit la population aborigène du Nouveau-Monde. Cela semble vrai pour l'archipel des Antilles, mais, en ce qui concerne le continent, si les indigènes furent très maltraités et, par suite, diminuèrent beaucoup en nombre, leur race ne fut pas anéantie, et la majeure partie des habitants actuels du Mexique et du Pérou ont dans les veines au moins quelques gouttes du sang des anciens ennemis de Cortez et de Pizarre.

Eh bien! Dans cette Amérique espagnole où l'on éprouvait, si l'on voulait s'instruire, des difficultés énormes, il se forma, au XVIIIe siècle de véritables astronomes. C'étaient des Mexicains, nommés Alzate, de Gama, et Velasquez. Citons à propos de ce dernier quelques lignes de Humboldt :

« Lorsque l'abbé Chappe, plus célèbre par son courage et son dévouement pour les sciences que par l'exactitude de son travail, arriva en Californie, il y trouva déjà

établi l'astronome mexicain. Velasquez s'était construit, en planches de mimosa, un observatoire à Sainte-Anne. Ayant déjà déterminé la position de ce village indien, il apprit à l'abbé Chappe que l'éclipse de lune du 18 juin 1769 serait visible en Californie. Le géomètre français douta de cette assertion jusqu'à ce que l'éclipse annoncée eût eu lieu. Velasquez, lui seul, fit une très bonne observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil le 3 juin 1769. Il en communiqua le résultat, le lendemain même du passage, à l'abbé Chappe et aux astronomes espagnols don Vincente Doz et don Salvator de Medina. Le voyageur français fut surpris de l'harmonie que présenta l'observation de Velasquez avec la sienne. Il s'étonna sans doute de rencontrer en Californie un Mexicain qui sans appartenir à aucune Académie, et sans être jamais sorti de la Nouvelle-Espagne, faisait autant que les académiciens [1]. »

Pendant la presque totalité du XIXe siècle, l'instabilité politique n'a guère été favorable aux sciences dans les anciennes colonies espagnoles, mais des jours meilleurs sont venus, et, au Mexique comme au Pérou, il existe des observatoires bien outillés, qui, grâce à leur position géographique, peuvent faire d'utiles travaux, complémentaires de ceux que l'on fait dans les observatoires européens.

[1] HUMBOLDT, *Essai sur la Nouvelle-Espagne*, tome I.

CHAPITRE III

L'ASTRONOMIE DANS LE MONDE CLASSIQUE

1. **Egyptiens.** — Il semble que, de tous les peuples, ce soit celui dont l'histoire, pour nous, se prolonge le plus dans la suite des temps écoulés, et cependant, si loin que nous remontions dans cette histoire, nous n'y voyons pas naître la science astronomique. Cette origine se perd, nous l'avons dit, dans la nuit de l'époque préhistorique.

Chez eux, comme chez tous les peuples, la distinction des divers groupes d'étoiles fixes, la dénomination de ces groupes, en un mot, la formation des constellations, était une des premières choses qui avaient occupé l'esprit de ceux qui s'intéressaient au spectacle de la voûte céleste. Notons que les constellations des Egyptiens n'étaient pas toujours identiques aux nôtres. — Il est possible, d'autre part, qu'aux diverses époques de leur longue histoire ils n'aient pas toujours eu les mêmes constellations et que leur astronomie ait été parfois influencée par celle de leurs voisins sémites, comme elle le fut certainement plus tard par celle des Hellènes.

Quoi qu'il en soit, ils savaient parfaitement s'orienter, les faces des pyramides dirigées vers les quatre principales régions du monde, sont encore là pour le prouver. — M. Biot pensait que, grâce à cette orientation presque parfaite, ils avaient pu déterminer avec une grande précision le moment des équinoxes. Sur sa demande, l'illustre égyptologue Mariette fit cette détermination en 1853, et

la différence entre le moment qu'il trouva et le moment réel, parfaitement connu, n'atteignait pas 30 heures. — Et, aux temps des anciens Egyptiens, alors que le monument n'avait pas eu à souffrir, pendant tant de siècles, des dégradations dues à des causes multiples, on pouvait évidemment faire mieux encore, mais rien ne prouve que cette observation ait été faite à ces époques reculées. Il est aussi à remarquer que la grande pyramide se trouve presque exactement sous le trentième parallèle de latitude, qui partage en deux parties égales la surface de l'hémisphère nord, ce n'est sans doute pas un effet du hasard, et on doit croire que c'est parce que les Egyptiens ignoraient le phénomène de la réfraction que la latitude de cet immense édifice est exactement 29° 58′ 51″[1] au lieu de 30 0′, — Si cette supposition est fondée, on devra reconnaître aux Egyptiens d'il y a 6 000 ans des connaissances étendues en géométrie, et aussi l'art de déterminer avec une grande précision les latitudes, et cela leur fait grand honneur.

A l'origine, comme les peuples de l'Amérique, ils ne connurent que Vénus parmi les planètes, mais leur développement n'ayant pas été entravé par une invasion étrangère, il leur fut donné d'aller plus loin, et ils arrivèrent à connaître les cinq astres errants qui, jusqu'à la fin du XVIIIe siècle de notre ère, furent les seuls de leur catégorie.

Sirius, qu'ils appelaient Sothis, et qui, dit-on, était alors rouge et non pas d'une blancheur éblouissante, comme aujourd'hui, était un des astres auxquels ils donnaient le plus d'attention. Son *lever héliaque*, c'est-à-dire sa réapparition le matin quand il se dégage des rayons du

[1] D'après Piazzi-Smyth.

Soleil était pour eux un phénomène de la plus haute importance, et il leur servait à régler le commencement de leur année. — C'est ce qu'ils appelaient l'année cynique, parce que Sirius est la principale étoile du Grand Chien, constellation qui doit son nom à ce fait que les anciens habitants de l'Egypte la considéraient comme consacrée à Anubis, dieu qu'ils représentaient avec la tête d'un chien. Ils avaient d'ailleurs aussi une année civile qui ne comptant que 365 jours, ne pouvait coïncider avec l'année solaire, en sorte que, tous les quatre ans, la date du lever héliaque de Sirius retardait d'un jour dans l'année civile. Au bout de 1460 années solaires (intervalle de temps qu'on appelait la grande année cynique ou encore caniculaire, ou encore la période sothiaque), l'année civile et l'année solaire recommençaient le même jour. — Les Egyptiens faisaient d'ailleurs l'année de 365 jours et six heures exactement, en sorte que les périodes que nous venons d'indiquer ne sont pas rigoureusement exactes, en réalité, il fallait 1507 années tropiques ou 1508 années communes pour ramener les saisons au même jour de l'année.

Les Egyptiens ont ils inventé le zodiaque ? — C'est une question qui a beaucoup occupé les astronomes et les érudits du XIXe siècle. — Tout le monde a entendu parler des fameux zodiaques de Denderah et d'Esneh, dont le premier a été acquis par le gouvernement français sous la Restauration, et se trouve à la Bibliothèque Nationale de Paris. — Sur ces zodiaques, l'équinoxe est extrêmement loin de sa position actuelle, ce qui amenait à penser qu'ils dataient d'une époque prodigieusement reculée. En fait, si l'on en croît l'illustre Letronne, ils ne remontent qu'à l'époque romaine, et, apparemment, ont été sculptés par des artistes qui avaient un médiocre souci

de l'exactitude, et n'avaient peut-être pas une idée bien nette de la réalité des choses.

Les astronomes des bords du Nil ne se sont pas beaucoup occupés, semble-t-il, du mouvement des planètes. Par contre, leur attention s'est portée sur la Lune et le Soleil. — Les explications qu'ils donnaient toutefois, au moins aux premiers temps de leur histoire, du phénomène des éclipses, n'étaient guère scientifiques ; ils n'ont même pas su découvrir la si simple cause des phases de la Lune à ce point de vue, ils ont été nettement inférieurs à leurs voisins de la Babylonie.

Ils ont tenté de mesurer les diamètres apparents de ces deux astres et d'en faire la comparaison. — Ils faisaient celui du Soleil égal à l'angle que décrit l'ombre d'une baguette pendant le temps qu'il met à se lever complètement, ce qui est à peu près exact si l'on opère au temps des équinoxes et sous une latitude moyenne. — Ils mesurèrent encore ce diamètre en comparant la quantité d'eau qui s'écoule d'une clepsydre (maintenue à un niveau constant) pendant le temps que le Soleil met à se lever, avec celle qui s'écoule pendant la journée entière, et ils trouvaient que ce diamètre est la sept-cent cinquantième partie d'un grand cercle de la sphère céleste, ou 28′ 48″. On ne nous dit pas, malheureusement, la date de ces observations.

A partir de Ptolémée Soter, qui devint roi d'Egypte en 306 avant J.-C. et qui fonda ce Musée d'Alexandrie où l'on voyait à la fois la bibliothèque la plus fameuse de l'antiquité, des laboratoires de toute espèce, et, en particulier un observatoire, on ne peut plus parler de science égyptienne ; non pas que les Egyptiens, du moins ceux qui en avaient la possibilité, renoncent à s'instruire, mais

ceux-là s'hellénisent et leurs travaux sont considérés, non sans raison, comme faisant partie du trésor que nous a légué la science grecque.

2. **Sémites**. 1. *Chaldéens*. — Parmi les peuples habitant l'Arabie, la Mésopotamie, la Syrie, parlant des langues très voisines de l'hébreu et auxquels on donne le nom de Sémites, il en est qui ont rendu à la science des astres des services non sans importance, que nous allons rappeler ici, en commençant par les Assyriens, dont les deux capitales, Ninive et Babylone, ont joué tour à tour un rôle important dans l'histoire ancienne.

Le ciel est très beau dans ces contrées, ajoutez qu'à cette époque reculée, la vie pastorale y avait un grand développement, et l'on sait que le berger, menant une vie solitaire et surveillant ses troupeaux la nuit comme le jour, ne peut manquer de remarquer les variations successives des apparences de la voûte céleste, selon les diverses heures de la nuit comme selon les saisons, il est donc tout naturel que la Chaldée, ou le pays qui avait Babylone pour capitale, ait été le berceau de l'Astronomie contemplative.

Connaître l'avenir a toujours été le plus ardent désir des hommes. Les astres, étant considérés comme des dieux, devaient pouvoir nous renseigner sur cet avenir, c'était un motif de plus pour les étudier, car les étudier, c'était, en quelque sorte, les consulter.

Astrologues, en donnant à ce mot le sens qu'il a aujourd'hui, car, dans l'antiquité, il était synonyme d'astronome, les Chaldéens pratiquaient, d'une manière générale, toutes les sciences occultes, ils sont les véritables ancêtres de nos sorciers de village qui emploient encore,

dans leurs formules « magiques », des mots assyriens défigurés.

Et, c'est grâce à la renommée qu'ils se sont acquise que nos caricaturistes lorsqu'ils veulent représenter un astronome, ne manquent pas de l'affubler d'un bonnet pointu, tel qu'on en portait à Babylone, il y a cinq ou six mille ans.

Ils faisaient donc des prédictions, aux rois tous les premiers, et il est permis de croire qu'ils s'arrangeaient parfois pour qu'elles fussent peu compromettantes ; telle est celle-ci, par exemple, que l'on trouve dans le recueil qu'en a publié R. C. Thompson [1].

« Mercure est visible. Quand Mercure est visible au mois de Kislou, il y aura des voleurs dans le pays. »

Ils jouissaient de la faveur des souverains, (on voit par exemple, Sennacherib, roi de Ninive, imposer un de ses astrologues comme roi à Babylone). — Ce qui est plus important, c'est qu'ils avaient des moyens d'observation remarquables. — En haut de la fameuse tour de Babel (temple consacré à Bélus) qui avait, dit-on, douze stades de hauteur, qu'Hérodote vit de ses yeux, mais qui, au temps d'Alexandre, tombait en ruines [2], ils avaient l'horizon le plus étendu et le plus découvert, ils étaient dans les meilleures conditions pour observer les astres

Mais de quels instruments faisaient-ils usage au sommet de cette tour ?

[1] *The Reports of the Magicians and Astrologers of Niniveh and Babylon in the British Museum*, Londres, 1900, 2 vol. in-8°.

[2] Le Macédonien voulut relever cet édifice, mais il ne tarda pas à y renoncer.

Du gnomon d'abord, puis d'un instrument appelé pôle, qui servait à déterminer l'heure qu'il était. (Ils faisaient aussi usage de clepsydres, si bien qu'à tout instant du jour et de la nuit, ils pouvaient connaître l'heure. —

Quant à leur façon de compter l'heure, ils partaient du lever du soleil, et de ce lever au suivant, ils comptaient 24 intervalles de temps égaux, d'autres peuples de l'Antiquité, les Juifs et les Romains, par exemple, s'y prenaient autrement et partageaient en douze parties égales le temps pendant lequel le Soleil était au-dessus de l'horizon, et, douze autres parties égales, le temps pendant lequel on ne le voyait pas.

La Lune [3], qui, était une des grandes divinités de leur mythologie, et qu'on adorait sous le nom d'Istar ou d'Astarté au bord des fleuves mésopotamiens, les occupa beaucoup. Ils savaient représenter assez bien ses mouvements, avaient mesuré son diamètre, qu'ils savaient ne pas être constant, ce qui, semble-t-il, aurait dû les amener à rechercher la véritable forme de son orbite, mais ils n'en eurent pas la curiosité.

Ils savaient calculer les éclipses de Lune, et la théorie dont ils faisaient usage à ce propos ne différait pas essentiellement de la nôtre. — On a dit qu'ils connaissaient la période de 18 ans et 11 jours, dite *Saros*, qui ramène les éclipses de Soleil et de Lune à peu près dans le même ordre, mais cela est douteux.

Ils calculaient aussi des éphémérides du Soleil, et sa-

[3] Pour expliquer ses phases, ils supposaient que cet astre est un disque rond et plat, qui disparaît aux nouvelles Lunes, parce qu'alors il se présente à nous par le tranchant, de même qu'il se présente de face aux pleines Lunes. — Mais, dans cette hypothèse, on ne s'explique pas la figure du croissant.

vaient que les quatre saisons ne sont pas rigoureusement égales. — Ils furent moins heureux pour la prédilection des éclipses de Soleil que pour celles de Lune.

Quant aux planètes, qu'ils connaissaient toutes, malgré la complexité qu'amènent les stations et les rétrogradations de ces astres, ils étaient parvenus à obtenir des éphémérides représentant leurs mouvements pour le cours de chaque année.

Les Chaldéens aimaient à se vanter de leur ancienneté ; à les en croire, ils auraient disposé de 470 000 années d'observations [1]. — Quand ils prétendaient cela, ils n'étaient que d'effrontés charlatans, cherchant à jeter de la poudre aux yeux et à faire des dupes ; ils se faisaient d'ailleurs tort à eux-mêmes, car alors, leur science aurait dû être infiniment plus avancée. — Nous serons bien ignorants aux yeux des astronomes qui vivront dans 500 siècles !

En réalité, Callisthènes, neveu d'Aristote, qui avait suivi Alexandre dans son expédition contre les Perses, se fit un devoir de recueillir et d'envoyer à son illustre oncle toutes les observations chaldéennes qu'il put se procurer et les plus anciennes de ces observations authentiques remontaient alors à 1903 ans, c'est-à-dire qu'elles étaient antérieures à J.-C. de 2.200 ans anviron.

Toutefois, il est bien singulier que Ptolémée n'ait pas fait usage d'observations aussi anciennes ; le grand astronome d'Alexandrie a tiré parti de trois observations dues aux Chaldéens, la plus reculée date de l'an 27 de l'ère

[1] Ce n'est pas plus croyable que l'existence en Egypte de ce fameux cercle d'or, dit d'Osymandias, qui aurait eu 360 coudées de circonférence et une coudée d'épaisseur !

de Nabonassar ou 721 ans avant J.-C. L'ère de ce roi d'Assyrie, qui, dit-on, voulut détruire tous les monuments historiques antérieurs à son avènement, afin que le commencement de son règne fût l'origine des temps, commence le 26 février de l'an 747 avant notre ère. — Hipparque et Ptolémée en ont fait usage.

De tous les astronomes chaldéens, il n'en est qu'un dont le nom ait survécu, il s'appelait Kidinnu et les Grecs comme les Latins l'on appelé Cidenas ou Kidenas. On ne dit pas au juste à quelle époque il vivait.

De nos jours, un Jésuite autrichien, le P. Kugler, a entrepris de sérieuses études sur l'histoire de l'Astronomie assyrienne. Espérons que le déchiffrement des inscriptions qui se trouvent dans les musées européens comme de celles qui sont restées sur place lui permettra de les mener à bonne fin.

2. *Phéniciens et Juifs.* — Le premier de ces peuples est assez peu connu, et sur son compte, n'a que des renseignements assez vagues. Toutefois, il est certain que les Phéniciens étaient essentiellement commerçants et navigateurs [1] soit qu'il s'agisse des Phéniciens proprement dits qui avaient Tyr pour capitale, ou de leurs colonies, dont la plus célèbre de beaucoup est Carthage.

Ils avaient, paraît-il, habité d'abord les bords de la mer Rouge, et, par conséquent navigué à peu près du nord au sud et inversement ; ils avaient donc pu remarquer le changement de la hauteur méridienne des étoiles quand ils se déplaçaient.

[1] En fait de religion, les Phéniciens adoraient les astres, et Mercure était une de leurs principales divinités ; c'est sans doute pourquoi on en a fait le dieu du commerce.

Mais ce qui est certain, c'est que pendant leurs navigations, ils furent tout naturellement amenés à contempler les étoiles, à en former des groupes dont la forme se gravât facilement dans la mémoire, bref, à former des constellations. — La Grande-Ourse, et plus tard, la Petite-Ourse attirèrent spécialement leur attention ; la nuit, ces constellations leur servaient à se guider sur l'immensité des mers.

Leur grand talent comme navigateurs fit que le roi d'Egypte Néchos, qui régnait à la fin du VIIe siècle avant J.-C. eut recours à leur habileté quand il conçut la mémorable idée d'un voyage où l'on reconnaîtrait les côtes de l'Afrique tout entière Les Phéniciens mirent trois ans à faire ce voyage ; ils partirent de la mer Rouge et revinrent par le détroit de Gibraltar, ayant ainsi doublé le Cap de Bonne-Espérance qui ne fut retrouvé que 2 000 ans après. La relation de ce voyage, qu'ils avaient publiée, est perdue, mais ils y rapportaient ce fait dont ils étaient étonnés, que naviguant vers l'ouest, ils avaient le Soleil à leur droite. Hérodote, qui nous l'apprend, trouve cela si invraisemblable, qu'il les accuse d'imposture ; et cependant, c'est une preuve manifeste de la réalité du voyage, de la véracité des navigateurs, et aussi de la parfaite ignorance d'Hérodote en matière de cosmographie.

Ils mirent aussi leur savoir pratique au service des Hébreux et c'étaient des marins de Phénicie que Salomon envoya dans ce mystérieux pays d'Ophir d'où on lui rapporta tant de merveilles.

Quant aux Juifs eux-mêmes, si, au Moyen-Age et dans les temps modernes, il y a eu parmi eux des astronomes, parfois fort distingués, il n'en a pas été de

même dans les temps antiques où ils avaient une patrie et formaient un Etat. — Ils étaient alors à peu près étrangers à la science du ciel ; c'est ainsi que le calendrier dont ils font usage aujourd'hui pour régler leurs fêtes religieuses est de beaucoup postérieur à leur dispersion. Il remonte au quatrième siècle après J.-C. ; alors il y avait longtemps qu'à Alexandrie, les Juifs étaient entrés en contact intime avec les Grecs, et avaient pu s'instruire à leur école.

CHAPITRE IV

L'ASTRONOMIE GRECQUE

1. **Pythagore et son école.** — Ce grand philosophe n'a certainement pas été le premier des Hellènes qui se soit occupé de la science des astres, nous commencerons néanmoins par lui, parce que, sur son compte, il nous est possible de nous exprimer avec quelque certitude, si incomplets que soient les documents qui le concernent. — Ainsi, on n'est pas même bien fixé sur la date de sa naissance et celle de sa mort. Tout ce que l'on peut affirmer, c'est que sa longue existence (les uns veulent qu'il ait vécu quatre-vingt-dix-neuf ans, les autres se contentent de lui en attribuer quatre-vingts), s'est passée au VIe siècle avant l'ère chrétienne, qu'il était né à Samos, et qu'il mourut dans l'Italie méridionale.

Quoi qu'il en soit, il semble bien qu'il ait fait un assez long[1] séjour en Egypte, et qu'il s'y soit initié à la science des prêtres de ce pays. Mais, dès qu'il s'agit des

[1] Pythagore est devenu un personnage légendaire, ce qui s'explique facilement, si l'on songe que Jamblique, son biographe, a vécu un millier d'années après lui. — Aussi, ses sectateurs ne se sont pas contentés du séjour de leur grand homme en Egypte. Ils l'ont fait voyager dans l'Inde où il se serait instruit en suivant les leçons des Brahmanes, en Perse, où il aurait été l'élève des Mages, en Chaldée, où il se serait initié aux études astronomiques. Rien de tout cela n'est certain ; ce qu'il y a de sûr c'est que peu d'hommes ont excité autant d'enthousiasme que Pythagore.

détails de sa vie pendant ce séjour, les contradictions reparaissent. Il n'y a pas de biographie où la légende se mêle plus à l'histoire que celle de Pythagore.

Toujours est-il qu'il finit par se fixer dans la Grande-Grèce qui était alors le vrai centre de la civilisation hellénique et qu'il y fonda une école illustre. Bien peu d'hommes ont, au même degré que Pythagore, su avoir de l'influence sur les autres ; à ce point de vue, on peut le comparer aux fondateurs de religions, et, si l'on veut, à Aristote. Nous donnerons plus tard de curieux témoignages de la vénération dont celui-ci était l'objet, bien des siècles après sa mort. — De même, il y avait longtemps que Pythagore n'était plus de ce monde, et ses disciples, qui formaient une espèce de confrérie philosophique, qui ne manquaient jamais une occasion de se soutenir les uns les autres et qui se reconnaissaient, paraît-il, au moyen de certains signes inconnus du vulgaire, avaient coutume, quand ils voulaient affirmer avec toute la force possible qu'une vérité était absolument indiscutable, de dire : « Αὐτὸς ἔφα — Le Maître l'a dit ».

Laissons de côté l'enseignement que Pythagore donnait à ses disciples, le silence qu'il leur imposait, sa doctrine de la transmigration des âmes, plus ou moins analogue, dit-on, à celle des Druides, et arrivons en à ses travaux scientifiques ; par malheur, ses ouvrages ne nous sont parvenus que par fragments, ainsi que la plupart de ceux de ses disciples, et il est fort difficile de se faire une idée précise des théories du maître, dégagées de ce que ces derniers ont pu y ajouter. Toutefois, il n'est pas un écolier qui ignore que le fameux théorème du carré de l'hypoténuse est dû à Pythagore, dont il porte souvent le nom. — Des historiens, et parmi eux Montucla, ont même attribué

au philosophe la découverte de ces vérités, beaucoup plus difficiles assurément à trouver, que de toutes les figures isopérimètres, c'est le cercle qui occupe la plus grande surface, que de toutes les figures ayant la même surface, c'est la sphère qui contient le plus grand volume, mais cela est fort contesté. — Ce qui ne l'est pas, c'est la haute valeur de Pythagore comme mathématicien. Considérons le maintenant comme astronome.

Il enseignait, cela semble bien certain, que la Terre est sphérique et qu'elle est immobile au centre du monde. D'autre part, il connaissait la loi du mouvement diurne des étoiles, qui était familière aux philosophes qui l'ont précédé. Mais on lui doit un très grand progrès, car, selon toute apparence, c'est à Pythagore qu'on est redevable d'avoir discerné le premier la loi du mouvement du Soleil. Si l'on s'en rapporte à Stobée et à un traité faussement attribué à Plutarque, le *De placitis philosophorum*, Pythagore serait parvenu à débrouiller cette marche, en apparence si compliquée, et à montrer qu'elle peut se décomposer en deux rotations, la première, dirigée d'Orient en Occident, s'accomplit autour des mêmes pôles et à peu près dans le même temps que la rotation diurne des étoiles ; en cette première rotation, le Soleil décrit, sur la sphère céleste, un cercle parallèle à l'équateur ; la seconde, qui se fait d'Occident en Orient autour de pôles autres que ceux du mouvement diurne, est parfaite en un an. Il y a tout lieu de penser que Pythagore la regardait aussi comme uniforme. Il est possible aussi qu'il ait complété sa découverte en décomposant de la même façon le cours de la Lune et des cinq planètes.

Voilà ce qu'on peut en toute sûreté attribuer au fondateur de l'école italique et à ses premiers disciples, et ce

sont là des connaissances dont il ne faut pas faire fi, bien qu'on ne soit pas en droit de faire de Pythagore un précurseur de Copernic.

Un disciple éloigné de Pythagore fut Philolaüs, qui exposa pour la première fois les doctrines pythagoriciennes dans un traité *De la Nature*, qui était divisé en trois livres et qui était si apprécié, que Platon en acheta un exemplaire à très haut prix [1]. Comme l'auteur de cet ouvrage, malheureusement perdu, vivait au moins un siècle après Pythagore, il est clair que les théories qui s'y trouvaient exposées, pouvaient être sensiblement différentes de celles du Maître.

Grâce à la discussion des idées de Philolaüs, qui se trouve dans le *De Coelo* d'Aristote, et aussi à des renseignements transmis par Simplicius et d'autres écrivains, il a été possible aux érudits du XIX siècle [2] de reconstituer à peu près l'ouvrage du pythagoricien.

Pour Philolaüs, le centre du monde est occupé, non par la Terre, mais par une sphère de feu qu'il appelle Ἑστια (le foyer). — Seulement, qu'on ne s'y trompe pas, ce n'est pas du Soleil qu'il s'agit. Ce dernier n'était pas lumineux par lui-même, c'était une masse transparente comme le verre, qui recevait et nous transmettait l'illumination d'un autre feu suprême entourant le monde ; car, pour Philolaüs, les deux extrêmes de l'Univers, son centre et sa périphérie, étant particulièrement nobles, devaient être occupés par la plus noble des substances, le feu.

[1] C'était en partie pour voir Philolaüs que Platon était venu en Sicile.

[2] SCHAUBACH, Bœckh, TH. H. MARTIN, SCHIAPARELLI.

L'espace compris entre ces deux feux était partagé entre trois domaines concentriques : L'*Olympe*, où les éléments se trouvaient à l'état de pureté parfaite, et où, sans doute, Philolaüs mettait les étoiles fixes. — Le *Monde*, ou *Cosmos* ; en le traversant pour aller du feu suprême au feu central, on rencontrait les cinq planètes, puis le Soleil, et enfin la Lune. Tous ces astres tournaient autour du feu central, principe de leur mouvement. — Enfin, entre la Lune et le feu central, se trouvait la région que Philolaüs appelle à proprement parler le *Ciel* (οὐρανός). Cette région diffère des deux autres en ce qu'elle est le lieu des choses soumises à la génération, tandis qu'au dessus de la Lune, les corps sont formés de feu pur ou d'éléments purs. — Cette distinction entre la physique des corps sublunaires et celle des corps célestes subsistera jusqu'à une époque relativement moderne.

Quant à notre Terre, qui se trouve dans le *Ciel*, elle y tourne d'Occident en Orient autour du feu central ; ce mouvement est dirigé comme ceux du Soleil et des planètes, mais il ne se fait pas dans le même plan. Les positions diverses que prennent le Soleil et la Terre à l'égard l'un de l'autre, pendant leurs révolutions autour de Ἑστια, expliquent la succession des jours et des nuits. —

Maintenant, comment se fait-il que ce feu central nous soit invisible ? C'est que, en circulant autour de lui, la Terre lui montre constamment la même face, celle qui est aux antipodes de la région habitée. L'épaisseur même de notre globe nous dérobe constamment de même la vue d'un autre astre, que Philolaüs appelle l'Antichtone, ou, autrement dit, l'Antiterre. Cet astre était, semble-t il, constamment opposé à notre Terre par rapport au feu central, sans que sa position fût symétrique de la nôtre,

car c'était une chose admise que l'Antichtone était plus voisine du feu central que nous. On ne nous dit pas d'ailleurs les raisons de cette hypothèse.

Si les Pythagoriciens avaient imaginé l'existence de cette Antiterre, c'est que, pour eux, le nombre Dix était le nombre parfait par excellence. Pour atteindre ce nombre, il leur avait fallu joindre un astre aux neuf que l'on voyait tourner autour du feu central, à savoir : la sphère des étoiles fixes, les cinq planètes, le Soleil, la Lune et la Terre.

Philolaüs a eu cette singulière fortune que, depuis Gassendi, de nombreux auteurs ont fait de lui l'inventeur de l'astronomie héliocentrique, et le prédécesseur de Copernic. — En particulier, un astronome du XVII° siècle, Ismaël Boulliaud, qui était fort érudit, a publié sous le titre d'*Astronomia philolaïca*, un ouvrage qui, selon Lalande, est un des meilleurs livres que l'ont ait faits. L'auteur y expose le système de Copernic. Ajoutons que Delambre a été pour Boulliaud un juge plus sévère que Lalande, il ne lui trouve que les mérites d'un érudit.

Certes, c'était une chose qui avait son importance que d'avoir su se débarrasser du préjugé inné en nous de l'immobilité de la Terre, et il faut en savoir gré à Philolaüs et à d'autres Pythagoriciens, tels que Ecphantus et Hicétas, qu'on appelle souvent, mais à tort, Nicétas. Il semble que ces deux derniers philosophes, dont les ouvrages ne nous sont pas parvenus, faisaient tourner la Terre sur elle même, et expliquaient ainsi le mouvement diurne, et qu'ils plaçaient le feu central en son milieu. — On le voit, ce serait une grave erreur d'attribuer à Pythagore ou à ses disciples la connaissance du vrai système du monde. — Les véritables précurseurs de Copernic

semblent bien avoir été Héraclide du Pont, puis Aristarque, que nous rencontrerons plus tard, mais le fait d'avoir osé supposer la Terre mobile était un premier pas vers la vérité.

Au reste, on n'a sur l'astronomie pythagoricienne que des documents fragmentaires, (et parfois contradictoires) au moyen desquels il est fort malaisé de reconstituer les doctrines professées dans l'école italique au sujet des mouvements célestes. Si, d'ailleurs, nous possédons ce peu de renseignements, ce n'est que par une dérogation à la doctrine du Maître, qui voulait que les vérités enseignées dans son école ne se répandissent pas au dehors. Philolaüs fut sévèrement blâmé par ses frères, paraît-il, pour avoir publié son livre *De la Nature*.

8. **Platon.** — Platon n'a point publié d'œuvre purement consacrée à l'astronomie, au sens où nous entendons ce mot aujourd'hui. Ce grand philosophe était plutôt homme d'imagination qu expérimentateur, ce qui ne l'empêchait point d'ailleurs de faire grand cas de la géométrie [1], dont il imposait, l'étude préliminaire à ceux qui sollicitaient l'honneur de devenir ses disciples. On sait qu'il est l'inventeur de la méthode analytique.

Il ne nous en a pas moins transmis ses idées sur le système du monde, et, ces idées, il les expose dans un dialogue célèbre intitulé le *Timée*, du nom d'un Pythagoricien [2] par la voix duquel il s'exprime, hommage glo-

[1] Probablement parce qu'elle ne demande à l'expérience, à l'inverse de la physique, que des principes fort simples dont il n'y a plus qu'à chercher les conséquences au moyen de la logique.

[2] Timée de Locres est d'ailleurs un personnage réel.

rieux rendu à la valeur des astronomes de l'école italique.

Aucun ouvrage n'a plus attiré l'attention des commentateurs que le *Timée*, et cela depuis le temps d'Aristote jusqu'à nos jours. Il n'y a pas à s'en étonner, car il arrive souvent que Platon s'exprime sous la forme d'allégories dont les voiles poétiques laissent malaisément deviner les vérités astronomiques qu'ils recouvrent.

Voici à peu près l'idée que Platon se fait de l'Univers. Celui-ci ne peut être que sphérique, car c'est la forme la plus parfaite, et, par suite, on ne conçoit pas que Dieu ait pu lui en donner une autre. En réalité, il y a deux sphères concentriques l'une à l'autre. La sphère extérieure est animée d'un mouvement de rotation d'Orient en Occident autour d'un de ses diamètres qui est l'axe du monde, et la sphère intérieure d'un mouvement d'Occident en Orient autour d'un autre axe, oblique au premier, et qui est l'axe normal au plan de l'écliptique, ce qui explique le mouvement du Soleil, porté par la sphère intérieure. — Les mouvements des planètes s'expliquent de même en attribuant à chacune de celles-ci une sphère analogue à celle qui correspond au Soleil. Toutes ces sphères tournent autour du même axe, et aussi avec la même vitesse. — Il en résulte entre la théorie et les faits observés, des différences que Platon assurément n'ignorait pas. S'il avait raisonné juste, Vénus, par exemple, au lieu d'être tantôt étoile du soir, tantôt étoile du matin, aurait gardé une position invariable par rapport au Soleil. De même pour Mercure. — D'un autre côté, la latitude d'une planète devrait être constamment nulle, et il est loin d'en être ainsi. — Cette Astronomie est donc beaucoup trop simple.

Dans un autre passage du *Timée*, il est question de la périodicité de l'Univers. — C'est là une idée bien ancienne, que les Indiens, comme les Chaldéens, semblant avoir eue fort avant les Grecs. La *Grande Année* serait révolue « lorsque toutes les huit révolutions, dont les vitesses sont différentes, venant à s'achever ensemble, (tous les astres) se retrouvent comme au point de départ, après un temps mesuré à l'aide de ce qui reste toujours le même et de ce qui a une marche uniforme (c'est à dire du jour sidéral). »

De grands cataclysmes devaient se produire à la fin de la Grande-Année, sur la durée de laquelle on ne put d'ailleurs jamais se mettre d'accord à beaucoup près.

Platon n'admettait pas le mouvement diurne de notre globe. — Ajoutons que ses idées sur le système du monde semblent avoir varié. Il paraît que, dans sa vieillesse, il regrettait d'avoir placé la Terre au centre de l'Univers et qu'il en vint à se rapprocher à ce sujet des idées pythagoriciennes. Disons encore, pour en finir avec lui, qu'il a fait appel aux mathématiciens, leur demandant de travailler à sauver plus complètement les apparences, — car il n'ignorait pas l'insuffisance de son astronomie, — en représentant tous les mouvements apparents par des mouvements circulaires et uniformes. — En somme, il leur propose d'imiter Pythagore.

3. **Eudoxe de Cnide**. — On admet que ce disciple de Platon a vécu de 408 à 355 avant J.-C. Il était natif de Cnide, ville grecque de l'Asie mineure. — Ce fut un savant encyclopédique, tel qu'il était possible de l'être à son époque. En effet, il est connu comme médecin, géomètre et philosophe. Comme la plupart des savants grecs, il semble

avoir voyagé volontiers. En dehors de l'école de Platon, il fréquenta, en effet, celle d'Archytas de Tarente, le dernier des Pythagoriciens célèbres[1]. — On le voit aussi se rendre en Egypte, où il recueillit les observations des anciens Egyptiens, dont il sut tirer bon parti.

Quand il se jugea suffisamment instruit, il retourna en Asie, et s'établit à Cyzique, sur les bords de la mer de Marmara[2]. Dans cette ville, il fonda une école où, parmi ses élèves, il compta deux frères, Dinostrate et Ménechme, dont le premier a laissé son nom à une courbe (la quadratrice, qui aurait eu le double avantage de donner la trisection ou la multiplication de l'angle, ainsi que la quadrature du cercle, si on avait pu la décrire d'un mouvement continu par la règle et le compas), et le second, qui avait particulièrement étudié les sections coniques introduites dans la science par Platon, montra comment la considération de ces courbes permet de résoudre le fameux problème de la duplication du cube. Un autre disciple d'Eudoxe, Polémarque de Cyzique, astronome lui-même, fut le maître de Calippe, dont nous aurons à nous occuper bientôt.

Observateur et théoricien, Eudoxe est le premier astronome véritable qui se présente à nous. — C'est à lui qu'on doit attribuer, sinon l'invention, au moins le grand développement du système des sphères homocentriques, qui a joué un grand rôle dans l'histoire de la science.

Eudoxe met la Terre au centre du monde ; chacune

[1] Archytas avait été aussi le maître de Platon.

[2] A une époque antérieure, Eudoxe avait enseigné à Cnide, sa patrie, et il y avait installé un observatoire (σκοπή), où, en particulier, la belle étoile Canopus, invisible dans nos climats, attirait son attention.

des planètes est portée par une sphère concentrique à notre globe, tournant d'un mouvement uniforme autour d'un de ses diamètres, et la ligne qui joint la planète au centre est perpendiculaire à ce diamètre. L'axe de rotation de la première sphère est porté par une seconde sphère, également concentrique à la Terre et se mouvant aussi d'un mouvement uniforme autour d'un de ses diamètres, après cette seconde sphère en vient une troisième, et ainsi de suite. Chaque planète a d'ailleurs un système spécial de sphères et d'axes qui lui est exclusivement particulier. C'est au géomètre à varier le nombre des sphères et les particularités qui définissent leurs relations de de manière à sauver les apparences (σώζειν τὰ φαινόμενα).

Un géomètre habile comme Eudoxe avait là un bel emploi à faire de son talent. — Eudoxe réussit, non à atteindre le but, mais à en approcher d'assez près, en faisant usage de 27 sphères, une pour les étoiles, trois, pour le Soleil et autant pour la Lune, enfin quatre pour chacune des planètes proprements dites.

Eudoxe avait mieux réussi à représenter les mouvements de la Lune que ceux du Soleil. Il admettait que ce dernier astre ne suivait pas exactement l'écliptique, mais un autre grand cercle incliné d'un très petit angle sur le premier, et que l'intersection de ce cercle avec l'écliptique était animée d'un mouvement analogue à celui de la ligne des nœuds de la Lune, mais, tandis que celui-ci se fait d'Orient en Occident, Eudoxe fait tourner la ligne qu'il a imaginée dans le plan de l'écliptique idéale d'un mouvement très lent et dirigé d'Occident en Orient. C'est une complication qui donne à penser que l'astronome de Cyzique avait une vague idée de la précession des équinoxes.

Polémarque, qui forma Calippe, était un observateur, et un observateur habile, car Simplicius nous apprend qu'il avait reconnu les changements des diamètres apparents du Soleil et de la Lune. Il n'est donc pas étonnant que les différences entre les positions observées des astres et celles qu'elles auraient occupées si Eudoxe eût été tout à fait dans le vrai, aient été bientôt reconnues.

En collaboration avec Aristote, Calippe chercha à améliorer le système d'Eudoxe, et il y parvint, mais en le compliquant quelque peu, car il dut porter à 33 le nombre des sphères concentriques. Il parvint ainsi à rendre compte de l'inégalité des saisons, ce que n'avait pu faire Eudoxe, et, en vrai astronome, il commença par déterminer par l'observation la durée précise de celles-ci. Les valeurs qu'il trouva, heureusemont conservées, ne diffèrent jamais, nous dit Schiaparelli, d'une demi-journée des valeurs que les formules actuelles donnent lorsqu'on les applique à l'année 330, av. J.-C. au voisinage de laquelle furent faites les observations de Calippe.

4. **Aristote**. — Nous venons de voir cet illustre philosophe collaborer avec Calippe, ou du moins, ce qui semble plus probable, l'inviter à redresser et compléter la théorie astronomique d'Eudoxe. — Mais il ne s'en tint pas là, et, aux sphères nouvelles introduites par Calippe, proposa d'en adjoindre un grand nombre d'autres. — Ce n'est pas le lieu d'insister ici sur la différence de mentalité de l'astronome et du physicien, car c'est parce qu'il tenait à ce que les combinaisons de sphères fussent conformes aux principes de sa Physique qu'Aristote ne pouvait admettre les théories proposées par Calippe.

C'est à un Péripatéticien, nommé Sosigène[1], que nous devons la plupart des renseignements dont nous disposons sur l'œuvre astronomique d'Eudoxe et sur les sphères compensatrices d'Aristote, dont l'hypothèse, du vivant même de ce dernier, était du reste condamnée par la connaissance que l'on avait des variations des diamètres apparents des astres, preuve certaine que leur distance à la Terre n'est pas invariable.

Il est à noter d'ailleurs qu'Aristote, réfractaire en ceci à l'un des premiers préceptes de son maître Platon, qui, maintes fois, dut le lui reprocher, ne s'était pas adonné à une étude approfondie de la géométrie. Il est probable qu'il se borna à donner à Calippe des indications générales, lui laissant le soin d'élaborer tous les détails. D'autre part, s'il était peu préparé à des travaux supposant des connaissances qui lui manquaient, sa haute sagacité lui fit reconnaître la sphéricité de la Terre, parfois encore contestée de son temps. Il en donna deux preuves dans son Traité *De Coelo* ; la première est que, dans les éclipses de Lune, la limite de l'ombre projetée par la Terre sur son satellite est toujours circulaire, la seconde que, si l'on se déplace en marchant du Nord au Sud, on voit certaines constellations s'abaisser et disparaître, tandis que d'autres, jusqu'alors inconnues, surgissent et s'élèvent au-dessus de l'horizon.

Dans un ordre d'idées un peu différent, rappelons que le philosophe de Stagire est sans doute l'auteur du plus ancien traité de physique du globe qui existe : Dans sa *Météorologie*, en outre des phénomènes que nous attri-

[1] Il ne faut pas le confondre avec l'astronome alexandrin à qui Jules César confia la réforme du calendrier.

buons aujourd'hui à cette science, il en étudie d'autres que nous en séparons, comme la salure des eaux marines, les tremblements de terre, les comètes, la voie lactée, etc... Notons qu'il connaît très bien l'aurore boréale, pourtant si difficile à observer dans les pays qu'il habitait, par contre, il ne fait pas mention de la lumière zodiacale, si remarquable dans les contrées méditerranéennes, et qui paraît avoir échappé à l'attention de tous les philosophes de l'Antiquité.

CHAPITRE V

LE CALENDRIER GREC

On parle quelquefois de remanier notre calendrier, nous ne croyons pas, à vrai dire, qu'on y arrive, car, s'il n'est pas d'une perfection absolue, si on peut lui reprocher certaines dénominations illogiques, les noms des quatre derniers mois de l'année par exemple, le public ne s'en doute guère, et. d'autre part, il offre l'avantage unique d'être adopté par tous les peuples appartenant à la civilisation européenne. Cela seul suffit, croyons nous, pour lui assurer la perpétuité. Assurément, notre système actuel de poids et mesures est de beaucoup supérieur à tous les nombreux systèmes qu'il a évincés ; pourtant il lui a fallu un siècle pour obtenir une victoire certaine, et la bataille n'est cependant pas tout à fait terminée. S'il avait eu à lutter contre un seul adversaire, son triomphe serait sans conteste très douteux.

Les phases de la Lune ont servi à régler la vie des hommes primitifs, surtout de ceux qui vivaient sous des latitudes assez basses pour que. d'un bout de l'année à l'autre, les circonstances météorologiques diffèrent peu. Il en est résulté que. des idées religieuses s'attachant à ces phénomènes, on s'est efforcé de continuer à en tenir compte. même quand la nécessité de l'année solaire fut reconnue[1]. Les peuples anciens tâchèrent donc d'établir

[1] La semaine, réglée sur les phases lunaires, et formée de sept jours, consacrés chacun à l'une des planètes (en prenant

un calendrier *luni-solaire* ; ils durent donc s'efforcer d'obtenir, avec la plus grande précision possible, la durée de l'année solaire, d'une part, de l'autre, celle de la lunaison. Ces recherches firent grandement progresser l'Astronomie.

Les Grecs dont l'Astronomie nous est beaucoup mieux connue que celle des autres peuples anciens, avaient d'abord employé une année de 360 jours, ce qui était une inexactitude si grande, qu'il suffisait d'un intervalle de douze ans pour déplacer considérablement une date de l'année civile par rapport à la véritable année solaire; cependant, au temps d'Hérodote, il est encore fait mention de cette année. D'autre part, ils attachaient grande importance au *mois*, car leurs fêtes religieuses étaient réglées sur les phases de la Lune, primitivement, ces mois étaient tous de trente jours, c'est-à-dire trop longs chacun de 11 heures par rapport à la durée d'une lunaison. C'est, dit-on, Solon qui, le premier, porta remède à cette erreur en instituant des mois *caves*, de 29 jours chacun, et des mois pleins de 30 jours, mais alors l'année ne formait plus que 354 jours, et sa différence avec l'année solaire était encore accrue.

Aussi, fut-on amené à instituer diverses périodes com-

ce mot dans son sens le plus général, celui d'astres errants, et, par conséquent, le Soleil et la Lune étant comptés parmi eux), est aujourd'hui adoptée dans le monde entier, ou à peu près, par suite de l'influence des idées juives et surtout chrétiennes, mais il n'en a pas toujours été ainsi, et la plupart des anciens peuples, Grecs, Egyptiens, Chinois, comptaient par périodes de dix jours ou décades. — Les créateurs du calendrier républicain revenaient donc à un usage très ancien et qui avait été presque universel.

prenant chacune un certain nombre pair d'années, parmi lesquelles on intercalait un certain nombre de mois complémentaires, telles furent la *diétéride, la tétraétéride, l'octaétéride*, ou périodes de deux, quatre, ou huit ans.

Dans cette dernière période, aux mois ordinaires, alternativement caves et pleins, on ajoutait trois mois complémentaires, qui étaient tous pleins : ces 99 mois formaient un total de 2922 jours, autrement dit, l'année était exactement de 365 jours et un quart.

Mais si l'année était relativement bien réglée par rapport au Soleil, elle l'était beaucoup moins bien par rapport à la Lune. Si, au premier point de vue, on ne commettait qu'une erreur d'un jour en 130 ans, au second, on se trompait de 15 jours en 80 ans, et la Lune se trouvait pleine quand elle aurait dû être nouvelle et *vice-versa* !

1. **Méton**. — Méton[1], qui vivait au ve siècle avant notre ère, s'immortalisa en donnant une règle qui s'approchait beaucoup plus de la vérité[2]. Il proposa une *ennéadécaé-*

[1] Méton était géomètre ; en cette qualité, il s'occupa du problème de la quadrature du cercle, ce qui lui valut les railleries d'Aristophane. Comme observateur, il semble qu'il ait été assez peu habile. Les observations qu'on lui doit avaient été utilisées par Hipparque pour déterminer la durée de l'année, mais Ptolémée les rejette, attendu, dit-il, « qu'elles sont trop grossières pour qu'un intervalle un peu plus long fasse une compensation suffisante ». Il s'en tient donc aux observations d'Hipparque.

[2] Certains lui attribuent un collaborateur, nommé Euctémon. Quoi qu'il en soit, c'est à son nom seul que la postérité a attaché l'honneur de cette découverte.

téride, ou période de 19 ans, qui comprenait 6940 jours distribués en 235 mois, dont 125 pleins et 110 caves. Cela revenait à faire l'année de 365 jours 5/19 et la lunaison de 29 jours 25/47, valeurs trop longues toutes les deux. Aussi, un contemporain d'Aristote, nommé Calippe, essaya-t-il d'apporter une correction à la période métonienne, et il proposa une autre période formée du quadruple de celle-ci, moins un jour, autrement dit, 27.759 jours. La durée de la lunaison était ainsi beaucoup plus exacte. Néanmoins cette période ne fut jamais admise dans les usages civils et ne trouva faveur qu'auprès des astronomes professionnels grecs, qui ont généralement rapporté leurs observations aux années des périodes calippiques.

Par contre, le grand public s'enthousiasma à propos de la découverte de Méton, et les autorités firent graver en lettres d'or, sur des tables d'airain, l'ordre de la période d'où le nom de *nombre d'or*, encore employé aujourd'hui par tradition. — Les années successives étant réparties par périodes de 19 ans, le nombre d'or d'une année est celui qui indique son rang dans la période à laquelle elle appartient, la règle étant telle que l'an 1 de l'ère vulgaire ait 2 pour nombre d'or. En général, le nombre d'or de l'année de millésime m est donné par la règle suivante : On ajoute 1 au millésime et on divise par 19, le reste de la division est le nombre d'or, qui est 19 dans le cas où le reste est 0.

Méton s'est donné la peine de travailler pour la foule de ses concitoyens, et il avait publié, pour chacune des 19 années de sa période, un *parapegme* ou calendrier, indiquant les équinoxes, les solstices, les levers et couchers des fixes et renseignant même sur la température pro-

bable, enfin, pouvant être consulté avec fruit par l'agriculteur, le navigateur ou le médecin. Il avait donc droit à la reconnaissance publique qui ne lui a pas fait défaut.

2. **Eratosthène.** — Quand après le partage de l'empire d'Alexandre entre ses généraux, les Ptolémées furent devenus les souverains de l'Égypte, ils firent de ce pays, comme on sait, le principal centre intellectuel du monde. Un des principaux savants qui illustrèrent le Μουσεῖον d'Alexandrie fut Eratosthène, qui, né environ un demi-siècle après la mort d'Alexandre, se laissa mourir de faim à l'âge de quatre-vingts ans, parce qu'il avait perdu la vue, ce qui lui rendit l'existence insupportable.

C'était un homme doué des facultés intellectuelles les plus variées, car il fut astronome, géomètre, grammairien, orateur, poète et philosophe ; par malheur, à tous ces points de vue, l'opinion publique ne lui accordait que le second rang, ce qui lui fit donner le surnom de β. Bien des siècles plus tard la même chose arriva, dans sa jeunesse, à Jacques Bernoulli, qui d'ailleurs, dans son âge mûr, s'éleva glorieusement à la première place.

Eratosthène était donc parfaitement désigné pour être mis à la tête de la grande Bibliothèque d'Alexandrie, et le roi Ptolémée Evergète, (le troisième de sa dynastie) fut particulièrement bien inspiré quand il lui en confia la direction [1].

[1] En qualité de surintendant de la Bibliothèque, Eratosthène avait eu comme prédécesseurs deux hommes éminents, Démétrius de Phalère et Zénodote. C'est grâce à ce dernier que la Bibliothèque s'était enrichie de la collection des livres qui avaient appartenu à Aristote.

Eratosthène avait beaucoup écrit, malheureusement, tous ses ouvrages ont péri et ne nous sont connus que par des fragments ou des analyses peut-être peu exactes.

C'est ainsi que, sous son nom, il a été publié un livre intitulé *Constellations*, Καταστερισμοί. « Ce n'est nous dit Delambre, qu'une nomenclature assez sèche de 44 constellations et du nombre d'étoiles dont chacune est composée, le tout entremêlé de quelques notions superficielles de Mythologie ». Cet opuscule, dont la véritable Astronomie n'a rien, ou à peu près, à tirer, est peut-être un extrait qu'un amateur aurait fait, pour son usage, d'un traité plus complet et plus savant tel qu'Eratosthène était capable de le composer, telle était au moins l'opinion du célèbre secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. — Peut-être aussi est-il l'œuvre d'un autre Eratosthène que celui dont nous nous occupons.

Eratosthène a aussi mesuré l'intervalle entre les tropiques, qu'il a trouvé être les $\frac{11}{83}$ de la circonférence, ce qui donne $23°51'19''5$ pour l'obliquité de l'écliptique. Hipparque et Ptolémée admettaient la valeur $23°51'20''$.

Venons en à son principal travail, la détermination de la circonférence terrestre. — Selon Cléomède, Eratosthène aurait supposé, comme point de départ, que les villes d'Alexandrie et de Syène sont sur le même méridien, et que leur distance est de 5000 stades. — Remarquons l'invraisemblance de ce nombre rond. — Il a aussi admis ce postulat: on peut regarder comme parallèles, tous les rayons envoyés par n'importe quel point du Soleil à n'importe quel point de la Terre.

Syène, selon notre astronome, se trouve exactement sous le tropique du Cancer; là, au solstice d'été, à midi,

les gnomons ne portent aucune ombre, les puits sont éclairés jusqu'au fond. Le Soleil est donc au zénith. Le même jour et à la même heure, à Alexandrie, un gnomon permet de connaître la hauteur du Soleil au dessus de l'horizon [1]. Il s'en faut, selon Cléomède, du $\frac{1}{50}$ de quatre angles droits que cette hauteur atteigne 90°. Telle est donc la différence de latitude entre Syène et Alexandrie. — Un cinquantième de la circonférence valant 5 000 stades, la circonférence entière en vaut 250000.

N'oublions pas que nous avons là un exposé grandement simplifié pour l'usage du grand public et non le procès-verbal minutieusement détaillé du travail réel. — Selon Paul Tannery le stade dont se servait Eratosthène valait 157^{m},50, ce qui donnerait au méridien terrestre une circonférence de 39 375 kilomètres au lieu de 40000. Ce résultat est d'une précision remarquable.

C'est là une des grandes difficultés que présente l'étude de l'histoire des sciences dans l'antiquité, on ne sait pas toujours au juste de quelle mesure ont fait usage les auteurs dont on s'occupe. — Alors, comme naguère dans toute l'Europe, il y avait une grande diversité de systèmes de poids et mesures, ce dont le plus grand nombre ne s'inquiétait guère parce qu'il se déplaçait peu. — Les étalons de mesures étaient d'ailleurs, en général, conservés avec soin. C'est ainsi que chez les anciens Juifs, ces étalons étaient déposés dans le Temple de Jérusalem ; aussi, dans les Écritures, on trouve souvent ces expres-

[1] En réalité, Eratosthène a mesuré la hauteur du Soleil à Alexandrie à l'aide de la σκάφη, sorte de cadran solaire inventé par Aristarque de Samos.

sions : « Mesure du Sanctuaire, Poids du Sanctuaire. » C'est sans doute le souvenir de ce fait qui, beaucoup plus tard, détermina Justinien à faire déposer les étalons de poids et de mesures dans la principale église de Constantinople, apparemment à Sainte-Sophie.

Les anciens Egyptiens, peuple relativement si avancé, devaient avoir quelque usage analogue, de même, les Grecs qui étaient venus s'établir en Egypte. On conçoit difficilement dans ces conditions, qu'un homme tel qu'Eratosthène n'ait pas pris soin de spécifier nettement de quel stade il a fait usage, il aurait épargné bien des difficultés à ceux qui, dans un avenir lointain, auraient l'occasion d'étudier son travail.

Pour en finir avec l'étude de cette question de la grandeur de la Terre par les anciens, à Eratosthène. nous ferons suivre immédiatement Posidonius, bien qu'il lui soit de beaucoup postérieur, car c'est l'an 133 avant J.-C. qu'il était né en Syrie, dans la ville d'Apaméa[1].

Posidonius n'introduisit d'ailleurs aucun principe nouveau : Il admit : 1° qu'Alexandrie et Rhodes sont situées sous le même méridien ; 2° que leur distance est de 5 000 stades. — Quant à leur différence de latitude, voici comment il l'obtint : Il remarqua que l'étoile Canobos ou Canopus (α Argo) commençait à être aperçue à Rhodes où elle affleurait l'horizon sud ; à Alexandrie, la plus grande élévation de cette étoile était le quart d'un signe, soit la quarante-huitième partie de la circonférence. C'est la différence de latitude entre Rhodes et Alexandrie, et, par conséquent, le méridien entier a une longueur de

[1] Il enseigna la philosophie stoïcienne à Rhodes et mourut à Rome au temps de Cicéron, avec lequel il était intimement lié.

240 000 stades. — Posidonius faisait d'ailleurs usage du même stade qu'Eratosthène.

Il va sans dire que ce procédé n'offrait aucune chance d'exactitude. — Comment connaître avec précision la distance de deux points séparés par la mer? Et les réfractions, si sensibles au voisinage de l'horizon, comment Posidonius en aurait il tenu compte? — Toutefois, ce résultat eut la bonne chance d'être adopté par Ptolémée, car celui-ci, dans sa *Géographie*, nous apprend que la circonférence de la Terre vaut 180 000 stades. Mais il faisait usage du stade philétarien, qui valait les $\frac{4}{3}$ de celui d'Eratosthène et de Posidonius, ou 210 mètres; et $240000 \times \frac{3}{4} = 180000$.

Ainsi donc, alors qu'au temps d'Aristote qui, dans son *De Coelo*, attribue au contour terrestre une longueur de 400 000 stades, (stades de 185 mètres), ou autrement dit de 74 000 kilomètres[1], par conséquent beaucoup trop grande, Eratosthène en avait fait connaître presque exactement la grandeur, Ptolémée et Posidonius la faisaient notablement trop petite.

Cette erreur, perpétuée jusque dans les temps modernes, car Ptolémée, ainsi qu'Aristote, a eu, jusqu'au milieu du XVII[e] siècle de véritables dévots pour qui son infaillibilité n'était pas douteuse, a eu une grande et heureuse conséquence. C'est parce qu'il croyait notre globe beaucoup plus petit qu'il n'est en fait, que

[1] Paul Tannery pensait que cette mesure, erronée sans doute, mais capable déjà de donner aux hommes une idée de la grandeur de leur habitation, pouvait être attribuée à Eudoxe, qui avait écrit un livre intitulé Γῆς περίοδος, le *Tour de la Terre*.

Colomb eut le courage de chercher à atteindre l'extrémité orientale de l'Asie en marchant toujours vers l'Ouest. Ajoutons qu'une autre erreur venait l'encourager dans sa tentative: il croyait l'Asie beaucoup plus étendue vers l'Est qu'elle ne l'est en réalité.

3. **Héraclide du Pont.** — C'était un contemporain d'Eudoxe et d'Aristote. Doué d'un esprit audacieux, il ne recula pas devant les innovations les plus hardies, et ne craignit pas de rejeter la doctrine des sphères homocentriques: Il proposa des hypothèses nouvelles qui ne furent pas sans étonner ceux qui en eurent connaissance, et cela lui valut le surnom de *Paradoxologue*.

Selon Schiaparelli, on doit voir en lui le véritable précurseur de Copernic. On peut même dire qu'il en a été l'inspirateur, car le grand astronome polonais connaissait, non les écrits, (ils sont tous perdus) mais les théories d'Héraclide du Pont.

Il semble bien certain que celui-ci admettait le mouvement de rotation diurne de la Terre, et il faisait très bien la distinction entre le jour solaire et le jour sidéral. — En cela, à vrai dire, il ne s'écartait pas des théories que, de son temps, professaient certains pythagoriciens; mais il s'est montré plus original quand il s'est agi d'expliquer les mouvements apparents de Vénus. — Le Soleil étant supposé tourner autour de la Terre en un an, Héraclide imagine que, tout en prenant part à ce mouvement, Vénus décrive un cercle plus petit, dans le même sens, ayant le Soleil pour centre, et dans un temps égal à la durée de la révolution synodique de Vénus. — Il arrive à sauver ainsi, au moins d'une manière qualitative, les mouvements apparents de Vénus, déjà bien connus de son

temps, ainsi que les changements de grandeur apparente de cette planète. On peut présumer qu'il étendait cette théorie à Mercure, bien que Chalcidius[1], auquel on doit un *Commentaire sur le Timée*, ne nous en dise rien. — L'avait-il étendue aux autres planètes, autrement dit adopté le système que Tycho-Brahé devait proposer bien des siècles plus tard ? — Paul Tannery et G. Schiaparelli le pensaient, mais aucun texte formel ne permet de l'affirmer.

4. **Aristarque de Samos.** — Cet astronome florissait vers l'an 280 avant notre ère, après Euclide, par conséquent, et aussi avant Archimède. Il a été le digne émule de l'un et de l'autre. — Il nous reste un seul de ses écrits, son Traité *sur la grandeur du Soleil et de la Lune*. La forme géométrique parfaite des raisonnements qu'il fait dans cette œuvre suffit pour montrer la haute estime que l'on doit à Aristarque.

Le premier, il a tenté d'apprécier le rapport des distances qui séparent de la Terre le Soleil et la Lune. — Supposons qu'il nous soit possible de déterminer avec précision le moment où, sur le disque lunaire, la ligne de séparation entre la partie éclairée et la partie obscure nous semble une ligne droite, où notre satellite se présente à nous sous la figure d'un demi cercle parfait, ce qu'on appelle la *dichotomie*, il est clair qu'à ce moment, le rayon qui joint le centre de la Terre à celui de la Lune est perpendiculaire au rayon qui joint le centre de la Lune à celui du Soleil. — Autrement dit, le triangle Soleil-Terre-Lune, est rectangle au point Lune. Si, à ce moment, on me-

[1] Chalcidius vivait au IVe siècle de notre ère. — On ne sait pas au juste s'il était juif ou chrétien.

sure la distance angulaire de la Lune au Soleil, on aura tous les éléments nécessaires pour résoudre, ou plutôt, puisque nous sommes au IIIe siècle avant J.-C, construire le triangle rectangle dont il s'agit, et nous saurons combien de fois la distance de la Terre au Soleil contient la distance de la Terre à la Lune.

Rien de plus ingénieux que cette méthode, le malheur est qu'il est très difficile de déterminer le moment précis de la dichotomie. Aussi, Aristarque croyait-il qu'à ce moment l'angle à la Terre est 87°, alors qu'il est réellement 89° 50′ — Pour lui, la distance de la Terre au Soleil valait 19 fois celle de la Terre à la Lune; le véritable rapport est 388, et non pas 19.

De cette erreur inévitable, il résulte qu'Aristarque se trompe encore étrangement sur les dimensions du Soleil comparées à celles de la Terre. Il croit que le diamètre de celui-ci vaut de six à sept fois le diamètre terrestre. — En réalité, le rapport de ces deux diamètres est 109.

Vers le milieu du XVIIe siècle, pendant un séjour dans l'île de Majorque, le géomètre belge Wendelin[1] (Vendelinus), détermina à différentes reprises la distance apparente du Soleil à la Lune au moment du premier quartier. Il trouva 89° 45′ pour la valeur moyenne de cette distance. Se servant d'une lunette, il devait faire mieux que son illustre prédécesseur, mais ses résultats étaient bien

[1] Wendelin vécut de 1580 à 1660 ; il fut d'abord correcteur d'imprimerie à Lyon, puis avocat à Paris, et, finalement, entra dans les ordres. — C'était un ami intime de Gassendi et de Peiresc.— On peut voir sur le compte de Wendelin, qui s'est beaucoup occupé de physique du globe, les pages que M. Vincent lui a consacrées dans l'*Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique*, année 1901.

éloignés encore de la vérité rigoureuse. Il semble que Wendelin ait cherché en ceci à répondre à un vœu exprimé par Képler dans ses *Ephémérides* publiées en 1616.

Aristarque avait aussi composé un autre Traité où il exposait ses idées sur le système du monde. — Nous n'en avons pas même le titre, mais, par bonheur, de nombreux témoignages nous indiquent, d'une façon très certaine et très claire, bien que trop sommaire, quelles étaient ces idées. — De ces témoignages, celui qui a le plus de poids, par suite de la compétence et de l'autorité du témoin, c'est celui d'Archimède. — On le trouve dans son *Arénaire*.

Il nous y donne l'indication des hypothèses qu'Aristarque, abordant le problème astronomique, cherche à poser pour pouvoir en déduire des conséquences capables de sauver les apparences Les plus essentielles de ces hypothèses, d'après Archimède, sont les suivantes :

1° La fixité absolue de la sphère des étoiles fixes.

2° La fixité absolue du Soleil, dont le centre coïncide avec le centre de cette sphère.

3° Le mouvement annuel de la Terre sur une circonférence de cercle ayant pour centre le centre du Soleil.

Un complément d'une immense importance qu'Aristarque donne à ces trois hypothèses pour qu'elles leur permettent de sauver les apparences, c'est qu'il faut que le rayon de la sphère des étoiles fixes soit infini par rapport au rayon de l'orbite terrestre. Sinon, l'aspect du ciel des étoiles fixes changerait selon l'époque de l'année.

La vérité était donc parfaitement connue ; par malheur, l'esprit humain est ainsi fait qu'il ne l'accepte jamais, sans lui avoir, au préalable, opposé toutes les difficultés

possibles. — Comme plus tard Galilée, s'il eut des partisans parmi ses contemporains, Aristarque eut aussi de violents adversaires. Le sort de l'astronome de Samos aurait même pu être pire que celui de l'illustre Florentin, et, s'il ne fut pas, comme Socrate, condamné à boire la cigüe, ce ne fut pas la faute du pieux stoïcien Cléanthe.

Il n'avait cependant jamais affirmé la réalité de ses hypothèses, et seulement montré qu'elles étaient propres à sauver les apparences. Au second siècle avant J.-C., un certain Silencus se montrait moins réservé, mais après lui, l'hypothèse tombe dans l'oubli ; il faudra Copernic pour l'en tirer.

4. **Hipparque.** — Nous arrivons au plus grand astronome de l'antiquité, dont, par malheur, la plupart des ouvrages sont perdus, au moins ceux qui, selon toute apparence, auraient le plus d'intérêt pour nous ; de même, nous savons peu de choses sur sa personne, si ce n'est qu'il était né en Bithynie, province de l'Asie Mineure, qu'il vivait pendant la seconde moitié du IIe siècle antérieur à notre ère, et qu'il semble avoir vécu et travaillé surtout dans l'île de Rhodes. — Il habitait cette île vers l'année 125 avant J.-C.

Il était à la fois géomètre et observateur. Au premier point de vue, il s'était occupé de trigonométrie, mais il est à croire qu'il n'a pas été l'inventeur de cette science, qu'un seul homme n'a sans doute pas créée de toutes pièces, et qui a dû occuper plusieurs géomètres. Comme, pour expliquer les mouvements apparents du Soleil et des planètes, il semble qu'il ait tenu à se montrer fort scrupuleux à tenir la balance parfaitement égale entre les deux hypothèses, qu'Apollonius de Perge avait démontrées

équivalentes, de l'épicycle et de l'excentrique fixe ou mobile, il est permis de considérer Hipparque comme un disciple de ce grand géomètre, dont, sans doute il avait attentivement lu les ouvrages.

Mais il ne suffisait pas de se tenir dans le domaine de la géométrie pure et d'expliquer les phénomènes uniquement au point de vue qualitatif. Il fallait encore déterminer numériquement les éléments du mouvement attribué à chaque planète, construire des tables annonçant, longtemps à l'avance, les mouvements apparents de cette planète, et vérifier par l'observation l'exactitude de ces prédictions. Des observations très nombreuses et très précises étaient donc nécessaires, et il fallait les comparer à celles qui avaient été faites à des époques antérieures.

Tel fut le programme qu'Hipparque suivit dans ses travaux relatifs au Soleil. Etant admis que cet astre décrivait un excentrique fixe, ses observations lui ont permis de déterminer les deux éléments dont les valeurs étaient laissées arbitraires, savoir la position de l'apogée et la valeur de l'excentricité. Il eut alors la possibilité de construire des tables, dont l'accord avec l'observation était nécessaire pour la confirmation de la théorie.

Il fit pour la Lune le même travail que pour le Soleil, mais avec moins de succès. — A un autre point de vue, l'observation des éclipses de Lune lui servit à déterminer les éléments des deux formes de l'orbite lunaire qu'il a admises, mais les erreurs dont ces observations étaient entachées ne lui ont pas permis de mettre d'accord les deux procédés équivalents dont il a fait usage.

Voici, selon Ptolémée, quelle fut la méthode suivie par Hipparque pour construire la théorie des planètes :

« Hipparque voulait qu'on recueillît des observations

très certaines d'apparences très manifestes et que, par la discussion de ces observations, on établît ce que nous nommerions aujourd'hui *certaines lois expérimentales du cours de la planète,* qu'on distinguât les diverses anomalies, qu'on déterminât la grandeur que chacune peut atteindre, qu'on fixât la période dont elle dépend. »

« Ces lois expérimentales reconnues, l'astronome doit prendre la combinaison de mouvements circulaires par laquelle il est possible, selon le géomètre, de sauver de telles apparences. Cette combinaison dépend d'un certain nombre d'éléments encore indéterminés, tels que la grandeur relative et la position relative des différents cercles, la vitesse angulaire de la circulation qui s'établit sur chacun d'eux. A l'aide des lois d'expérience que la discussion des observations lui a fournies, ou de quelques unes de ces lois, l'astronome doit fixer les valeurs de ces divers éléments de telle sorte qu'il ne reste plus rien d'arbitraire dans le système de mouvements circulaires et uniformes arbitrairement attribué à la planète. »

« L'astronome doit enfin montrer que les conséquences déduites, à l'aide de la géométrie et du calcul, de cet assemblage de mouvements circulaires et uniformes, s'accordent avec toutes celles des apparences qui n'ont pas été déjà employées pour fixer les éléments laissés arbitraires par les spéculations du géomètre[1]. »

Les instruments d'Hipparque. — Le premier qui se présente à nous est la *dioptre* [2]. Sous ce nom, on a en-

[1] Ces lignes sont empruntées à M. Duhem.

[2] Archimède, qui s'est occupé, à certains moments de sa carrière, d'observations astronomiques, fit usage d'une dioptre pour mesurer le diamètre apparent du Soleil. C'était essen-

tendu des instruments divers, qu'il importe de distinguer les uns des autres.

La dioptre d'Hipparque, qui, au Moyen-Age, s'appela le bâton de Jacob, et fut en grand usage chez les navigateurs, se composait d'une règle divisée à une des extrémités de laquelle se trouvait une pinnule servant à la visée, et qui portait un curseur mobile dont la position sur la règle était définie par la division de celle-ci qu'il touchait. S'il s'agissait de mesurer, par exemple, le diamètre du Soleil ou de la Lune, on cherchait par tâtonnements quelle position il fallait donner au curseur pour que l'astre en question fût exactement recouvert. — Une table auxiliaire, construite au préalable, donnait immédiatement la valeur de l'angle cherché.

Hipparque faisait aussi usage de deux instruments auxquels on donnait le nom d'astrolabe. — Le premier, ou astrolabe sphérique [1], se composait de plusieurs cercles métalliques, les uns fixes, les autres mobiles. Le premier de tous, était le plan méridien, il était suspendu à un point fixe, ou, ce qui sans doute valait mieux, était porté par une colonnette à laquelle il était fixé par son point le plus bas, un autre cercle, mobile autour de l'axe du monde, pouvait toujours être amené à coïncider avec l'écliptique,

tiellement un petit cylindre pouvant glisser sur une règle divisée sur laquelle il était placé perpendiculairement. — L'œil se trouvait à une extrémité de cette règle, et on cherchait pour quelle position exacte du cylindre il faisait disparaître le Soleil, et on trouvait facilement l'angle correspondant. Archimède trouve ainsi que le diamètre solaire est compris entre 27'0" et 32'56", ce qui est vrai.

[1] On dit aussi sphère armillaire ; Ptolémée l'appelle *organon*, c'est-à-dire instrument.

un troisième cercle tournait autour des pôles de l'écliptique sur deux cylindres qui y étaient fixés et servait à marquer les longitudes, enfin, un quatrième cercle, placé au dedans des trois autres, portait deux pinnules servant à viser l'astre dont on cherchait à déterminer la position. — Cet astrolabe était l'instrument capital des anciens observatoires, et Tycho-Brahé faisait encore usage d'un appareil analogue, dont il est permis de supposer qu'il l'emportait, par son exécution plus parfaite, sur ceux dont on avait fait usage à Rhodes ou à Alexandrie.

L'astrolabe planisphère, sur lequel nous reviendrons plus loin, quand nous en viendrons à la renaissance des sciences et des arts au XVIe siècle était tout à fait différent de la sphère armillaire. Cet instrument servait à prendre la hauteur des astres et à résoudre les triangles ; ainsi le même nom a été donné à deux choses n'ayant aucun rapport, et il en est résulté des confusions regrettables.

Nous ignorons si Hipparque jouissait d'une fortune personnelle lui permettant de se pourvoir à ses frais des instruments nécessaires à ses observations, ou s'il a dû recourir aux bienfaits d'un souverain ou d'un riche particulier. Quoi qu'il en soit, voici les principaux résultats de ses travaux pratiques :

A une date qui ne nous est pas donnée avec précision, une nouvelle étoile, sans doute remarquable, se montra dans le ciel et il semble que, comme la fameuse étoile de 1572, elle n'ait brillé que pendant un temps limité. Hipparque fut vivement frappé de cette apparition, et, nous dit Pline, « il entreprit une tâche qui eût pu faire reculer même un dieu, à savoir de compter pour la postérité les étoiles et de leur assigner des noms dans les constellations : il inventa des instruments pour déter-

miner la position de chacune ainsi que sa grandeur, afin que l'on pût facilement reconnaître, non seulement s'il en naissait ou s'il en disparaissait, mais aussi si quelques-unes se déplaçaient ou bien augmentaient ou diminuaient; ainsi, il laissa le ciel à tous en héritage, s'il se trouve quelqu'un qui veuille l'accepter. »

Nous ne savons pas combien de temps Hipparque mit à accomplir la tâche qu'il s'était assignée, mais ce qui est certain, c'est que son courage fut récompensé, comme il le méritait, par une découverte éclatante. Son catalogue, comprenant 1025 étoiles, donne les longitudes et les latitudes de celles-ci, telles que les lui fournissait son instrument [1]. En comparant les nombres qu'il avait déduits de ses observations à ceux qu'avaient donnés Aristylle et Timocharis, astronomes qui semblent avoir été les contemporains d'Euclide, il s'aperçut que les latitudes des étoiles étaient restées constantes, et que les longitudes avaient augmenté toutes d'une même quantité, autrement dit que le point vernal se déplaçait le long de l'écliptique. Il avait découvert le grand phénomène de la précession des équinoxes, et il évaluait, beaucoup mieux que Ptolémée, le déplacement annuel du point vernal; il faisait ce déplacement d'environ 50 secondes par an, et Ptolémée de 36 seulement, selon l'*Annuaire* du Bureau des Longitudes la véritable valeur est 50″, 2.

Le catalogue d'Hipparque nous a été conservé par

[1] Il avait commencé par donner les positions des étoiles en ascension droite et en déclinaison, comme le font les modernes. Nous ne savons quelle est la circonstance qui lui inspira l'heureuse idée de remplacer ces coordonnées par la longitude et la latitude.

Ptolémée. Il a modifié notablement la division du ciel jusqu'alors admise, et qui remontait à Eudoxe et à Aratus [1].

Il n'y a pas à s'étonner qu'Hipparque se soit beaucoup occupé de la théorie de la Lune, notamment, il a cherché à en déterminer la parallaxe ; celle-ci est nécessaire pour le calcul des éclipses de Soleil, et, renversant le problème, c'est de l'observation de ces éclipses que l'astronome bithynien a déduit la distance qui nous sépare de notre satellite. — Nous connaissons la méthode qu'il employa ; le malheur est qu'il ne pouvait avoir une idée précise de la valeur de la parallaxe du Soleil qu'il supposa de trois minutes, afin de ne pas trop s'écarter des idées reçues ; finalement, il trouva pour la parallaxe de la Lune une valeur moyenne de 57′ environ, ce qui ne s'écarte guère de la véritable.

D'une manière générale, en ce qui concerne le mouvement de la Lune, Hipparque réussit à obtenir la période de ses principales inégalités avec une précision admirable, si l'on songe au petit nombre et à l'imperfection des observations dont il disposait. Notons que c'est à lui que revient l'honneur d'avoir indiqué l'observation des éclipses pour déterminer les différences de longitude

[1] Aratus, contemporain d'Eudoxe, a mis en vers deux ouvrages de celui-ci, qui ne nous sont pas parvenus sous leur forme primitive, les *Phénomènes célestes* et le *Miroir*. Aratus en a fait son poème des *Phénomènes*, qu'Hipparque a commenté et qu'un auteur latin, Manilius, qui vivait au temps d'Auguste, a imité. Au XVIIIe siècle, l'astronome français Pingré publia en un même volume une traduction du poème de Manilius et de la paraphrase que Cicéron avait donnée du poème d'Aratus.

entre deux points de la Terre, et qu'il est l'inventeur de la projection stéréographique pour la construction des cartes de géographie. – La projection orthographique a été inventée par Apollonius de Perge. — On a également voulu attribuer à ce géomètre la découverte de la trigonométrie, mais il semble bien que l'honneur en revient à Hipparque, au moins en partie.

Très heureux en ce qui concerne ses travaux sur le Soleil, Hipparque l'a été moins avec la Lune ; quant aux planètes, Ptolémée nous apprend qu'il se contenta de réunir les observations de ses prédécesseurs et les siennes et de les disposer de manière à ce qu'elles fussent faciles à discuter et qu'on pût en déduire les lois expérimentales des diverses anomalies de leurs mouvements : ce n'était qu'une petite partie du programme qu'il s'était proposé de suivre.

6. **Ptolémée.** — Cet astronome, certainement inférieur à Hipparque, a joui d'une beaucoup plus grande célébrité ; il a même longtemps été considéré comme infaillible, ou à peu près, en Orient aussi bien qu'en Europe. Son principal ouvrage, la Μεγάλη μαθηματικὴ σύνταξις τῆς ἀστρονομίας (La grande Composition Mathématique) a reçu des Arabes, en signe d'admiration, la qualification singulière d'Al Majesti ou le Très Grand, nous disons singulière, parce que ce mot est la combinaison d'un mot arabe et d'un mot grec. — Quoi qu'il en soit, ce mot a fait fortune et, suivant l'exemple universel, le livre de Ptolémée sera pour nous, comme pour tout le monde, l'*Almageste*.

Nous verrons au XVIIe siècle, l'astronome-jésuite Ric-

cioli [1] donner à son œuvre principale le titre d'*Almagestum novum.* Riccioli n'était pas modeste : ce titre s'appliquerait beaucoup plus justement aux *Principia mathematica* de Newton, ou à la *Mécanique céleste* de Laplace.

Ptolémée vivait au IIe siècle de l'ère chrétienne, et il observait à Alexandrie : voilà à peu près tout ce qu'on sait de lui. On a prétendu, d'après son nom, qu'il était membre de la famille qui régna sur l'Egypte pendant trois siècles, mais rien ne le prouve, et le nom de Ptolémée était fréquemment porté, paraît-il, dans l'Egypte hellénisée.

Disposant des travaux et des observations d'Hipparque pour lequel il professait une vive admiration et qu'il a qualifié de φίλοπονος και φίλαληθής (amant du travail et de la vérité) il s'efforça de perfectionner ses théories, il avoue d'ailleurs assez souvent qu'il n'a fait que confirmer ce qui avait été trouvé antérieurement par son illustre prédécesseur.

L'*Almageste* se divise en treize livres ; il commence par exposer ses idées sur la structure du ciel et de la Terre, qui sont sphériques l'un et l'autre, et concentriques l'un à l'autre, la Terre est d'ailleurs qu'un point par rapport au ciel, et. en quelque lieu qu'il soit, l'observateur peut raisonner, comme s'il se trouvait à son centre.

Pour Ptolémée, il est impossible que la Terre soit animée d'aucun mouvement de translation. précisément à cause de sa masse, ce mouvement serait plus rapide que

[1] L'astronome arabe Aboul-Wéfa a donné aussi à l'un de se ouvrages le titre d'*Almageste.*

celui des corps qui se trouvent à sa surface, et ceux-ci resteraient en arrière. On voit que, de son temps, la mécanique n'existait pas.

Il convient que si notre globe tournait autour de son axe, l'explication des phénomènes serait beaucoup plus simple, mais c'est encore une supposition qui lui paraît absurde. Le grand astronome partageait les préjugés populaires de son temps. — Un autre de ses préjugés, qui devait durer jusqu'au xve siècle de notre ère, c'est qu'une très petite partie de la Terre est seule habitable.

En ce qui concerne la théorie du Soleil, Ptolémée n'a ajouté que peu de choses aux travaux d'Hipparque ; au contraire, il a fait notablement progresser la théorie de de la Lune. Hipparque avait représenté le mouvement de notre satellite par un excentrique simple, et avait su expliquer une de ses inégalités, qu'on appelait alors *prostaphérèse*, qui répond à l'équation du centre.

Ptolémée découvrit une seconde inégalité, qui, depuis Boulliaud, porte le nom d'*évection*, et que Newton ne put expliquer par la loi de l'attraction universelle ; cet honneur était réservé à Clairault.

« En observant avec soin l'ordre de cette inégalité (la première découverte par Hipparque), nous dit Ptolémée, nous avons reconnu qu'il n'y avait que la première et simple et inégalité dans les conjonctions et les oppositions, et même dans les quadratures, quand la Lune est apogée ou périgée ; mais on s'assurera facilement qu'elle ne suffit point pour calculer les mouvements particuliers de la Lune observés dans les autres aspects. La *seconde inégalité* se rapporte aux distances de la Lune au Soleil ; elle se rétablit et disparaît dans les conjonc-

tions et les oppositions ; elle est la plus grande dans certaines quadratures. Nous avons découvert cette différence par les observations de la Lune que nous avons d'Hipparque et par celles que nous avons faites au moyen d'un instrument construit exprès pour mesurer les différences de longitude le long du zodiaque entre le Soleil et la Lune ».

Ptolémée sut représenter géométriquement à la fois ces deux premières inégalités que devaient suivre un si grand nombre d'autres. Pour cela, il supposa un cercle dont le centre décrirait, en une lunaison, une circonférence autour de la Terre supposée fixe, dans le sens rétrograde, tandis que le centre de l'épicycle de la Lune décrirait, toujours en une lunaison, et dans le même sens, ce cercle ou ce *déférent*, enfin, dans le même temps et dans le sens direct, la Lune décrirait cet épicycle[1]. M. Faye admirait beaucoup l'effort de génie que Ptolémée avait fait en cette circonstance.

Pour découvrir la parallaxe de la Lune, Ptolémée donna une méthode qui n'exigeait pas le déplacement de l'observateur, et qui le mena à admettre que notre satellite se trouve à une distance de la Terre qui est 59 fois le rayon de celle-ci. Ce résultat était remarquablement précis.

Quant aux planètes, la théorie que Ptolémée a donnée pour représenter leurs mouvements a beaucoup d'analogie avec celle de la Lune, les principales différences consistent en ce qu'il considère comme fixe la ligne des apsides, dont la direction varie d'une planète à l'autre, que le plan de l'épicycle ne coïncide pas avec le plan du

[1] Cf. Bigourdan, *L'Astronomie*, p. 283.

déférent, et se transporte parallèlement à lui-même, etc., il y a d'ailleurs à distinguer entre le cas des planètes inférieures et celui des planètes supérieures.

Aucun livre n'a eu plus de succès que celui de Ptolémée, et ce succès était parfaitement justifié. — Citons à ce propos quelques lignes de Duhem :

« Et vraiment, l' *Almageste* mérite l'admiration dont il fut entouré pendant tant de siècles. Après que la révolution astronomique dont Copernic fut l'initiateur eut abouti aux *Principes* de Newton, il fut de mode de traiter avec un dédain moqueur l'œuvre qui coordonnait le système géocentrique longtemps en vigueur. Les astronomes se comportaient en enfants ingrats, frappant le sein qui les a nourris. Comment Copernic eût-il pu faire prévaloir les avantages de sa théorie sur la doctrine précédemment admise, s'il n'avait eu à sa disposition les observations et les tables multiples des Georges de Peurbach et des Régiomontanus ? Et comment Peurbach et Régiomontanus eussent-ils fait leurs observations et dressé leurs tables s'ils n'avaient été constamment guidés par les *canons* que prescrivait l'Astronomie de l'*Almageste* ? Du IIe siècle de notre ère au XVIe siècle, les doctrines de Ptolémée ont fait régner l'ordre dans la Science astronomique ; ordre provisoire, il est vrai, auquel la théorie de la gravitation universelle devait un jour substituer une classification différente et singulièrement plus parfaite, mais ordre indispensable, sans lequel la classification définitive ne fût, peut-être, jamais parvenue à s'établir ».

Il n'y a donc pas à s'étonner qu'un tel ouvrage ait été maintes fois commenté, traduit, édité. — Le dernier en date, ou à peu près, des astronomes grecs, Théon

d'Alexandrie[1] qui vivait au IVe siècle, fut le premier à commenter l'œuvre de son illustre compatriote, bien d'autres vinrent après.

La renommée de l'*Almageste* fut si grande et s'étendit si loin qu'on vit au VIIe siècle après J.-C. le roi de Perse Chosroès, vainqueur de l'empereur byzantin Héraclius[2], lui imposer, entre autres conditions de paix, la remise d'un exemplaire de ce grand livre.

Le calife Al-Mamoun, successeur d'Haroun-al-Raschid, (827) fit traduire l'*Almageste* en arabe[3]. Plus tard, le texte original grec ayant disparu dans nos pays occidentaux, l'empereur Frédéric II, prince contemporain de Saint-Louis, mais qui avait des idées toutes voltairiennes, fit traduire en latin l'œuvre de Ptolémée, en prenant pour texte la traduction arabe. — Le véritable texte de Ptolémée ne fut connu en Europe qu'au XVe siècle, en 1541 ; Georges de Trébizonde, ainsi nommé d'après son pays d'origine, en donna une édition gréco-latine, qui d'ailleurs laissait beaucoup à désirer.

Du reste, toutes les éditions gréco-latines que nous pourrions citer paraissent devenues rares. En France, on lit généralement Ptolémée dans l'édition accompagnée

[1] Théon fut le père d'Hypathie, la femme philosophe qui fut massacrée par la populace bigote d'Alexandrie.

[2] Héraclius s'occupait lui-même d'astronomie, on lui doit des commentaires sur divers ouvrages de Ptolémée, qui sont restés manuscrits.

[3] On ne s'accorde pas sur les noms des traducteurs qui furent chargés de cette version. — Selon les uns, ceux-ci s'appelaient Isaac ben Honain, selon d'autres, Alhazen, qu'il ne faut pas confondre avec un astronome du même nom, qui refit cette traduction au XIIe siècle et fut un opticien distingué, et d'autre part, un chrétien nommé Sergius.

d'une traduction en français qu'a donnée l'abbé Halma, en 1813 et 1816; malheureusement, cette traduction est très fautive, ce qui surprend d'autant plus que Delambre l'a accompagnée de notes, et qu'on a peine à comprendre que cet astronome helléniste n'ait pas rectifié les contre-sens du traducteur.

Ptolémée a écrit d'autres ouvrages que l'*Almageste*, notamment les *Hypothèses des astres errants*, dont l'esprit est fort différent de celui qui anime la *Composition mathématique*. Dans ce nouveau livre, il se montre physicien, et, après bien d'autres, il cherche à combiner des agencements de corps solides dont le mouvement puisse représenter les mouvements compliqués des corps célestes. C'était une tentative qu'il avait pourtant ailleurs tournée en dérision.

Il a mieux montré ce qu'il valait comme physicien quand il a composé son *Optique*, dont on ne connaît pas le texte original, mais dont on possède des traductions en latin d'après une version arabe. Delambre en a donné une analyse qui nous apprend que l'*Optique* traitait de tous les phénomènes de la lumière alors connus : la théorie de la vision, la réflexion, avec la théorie des miroirs plans et concaves, enfin, la réfraction. Il avait même calculé des tables de réfraction.

Nous passerons sur l'*Analemme* et le *Planisphère* de Ptolémée, ouvrages dont le texte original est perdu, et qui sont consacrés à la représentation sur un plan de tous les cercles de la sphère dans le but de faciliter l'intelligence de la gnomonique. C'est là qu'on trouve les propriétés de la projection stéréographique, inventée par Hipparque.

Un ouvrage de Ptolémée qui a joui d'une popularité

comparable à celle de l'*Almageste* est sa *Géographie*. Ici encore, Ptolémée marchait sur les traces d'Hipparque, qui est le véritable père de la géographie mathématique, car c'est à lui qu'on doit d'avoir défini la position d'un lieu quelconque par sa latitude et sa longitude, et d'avoir montré que cette dernière coordonnée peut se déterminer par l'observation des éclipses de Lune. Un certain Marin de Tyr, dont les œuvres ne nous sont pas parvenues, avait entrepris de suivre le plan proposé par Hipparque, et c'est son travail que Ptolémée a voulu rectifier et compléter. En dehors d'un premier livre consacré à des considérations mathématiques, le reste de la *Géographie* traite de la description des diverses contrées, indique la position des points remarquables, des caps, des montagnes, des villes. En comparant les nombres qu'il donne pour ces dernières avec ceux qu'admettent les géographes modernes, on peut se faire une idée de la précision à laquelle on pouvait prétendre de son temps. Cette précision n'était pas grande. Les latitudes de Plolémée sont parfois assez exactes, ainsi, celle qu'il donne pour la ville de Bordeaux n'est erronée que de 10′, mais ses longitudes sont parfois en erreur de 3 ou 4 degrés !

On a attribué à Ptolémée divers traités astrologiques, mais c'est probablement à tort, et nous les laisserons de côté.

CHAPITRE VI

LA THÉORIE DES MARÉES

Posidonius — Le phénomène des marées, peu sensible dans la Méditerranée, l'est au contraire beaucoup dans les grands Océans. Aussi les Grecs l'ont-ils toujours assez mal connu, et, pour les Arabes et les Hindous, il en a été tout autrement. Il en est résulté une conséquence singulière sur les idées que ces peuples se faisaient de l'avenir de notre globe. Voyant, avec évidence, que la Lune provoquait journellement, sous leurs yeux, le flux et le reflux de la mer, qui fait qu'alternativement ses rivages sont, parfois sur une étendue considérable, recouverts par les eaux, qui ne tardent pas à les abandonner, ils s'imaginèrent que le phénomène de la précession des équinoxes aurait pour conséquence l'envahissement des continents par les flots, tandis que les lits des mers se dessècheraient peu à peu. — Il est probable qu'ils trouvaient le moyen de justifier leurs idées en alléguant certains faits, plus ou moins bien observés.

Mais les Grecs, nous le répétons, ne pouvaient avoir de telles préoccupations, par suite de leur position géographique. Les rares manifestations du phénomène des marées qui leur étaient accessibles, par exemple, les courants de l'Euripe ou du détroit qui sépare l'île d'Eubée de la terre ferme, étaient singulièrement compliquées, et il leur était impossible d'y trouver des lois. On a prétendu qu'Aristote s'était noyé dans cet Euripe dont il désespérait d'expli-

quer les variations. Cela est d'ailleurs contesté, et d'autres prétendent que le grand philosophe se donna la mort par le poison, afin d'échapper à la haine de ses compatriotes qui lui reprochaient son trop grand attachement aux Macédoniens.

L'expédition d'Alexandre, la terreur qu'éprouva son armée en voyant, à l'embouchure de l'Indus, la mer se retirer et les vaisseaux demeurer à sec, ne pouvaient manquer d'appeler l'attention des savants hellènes sur ce majestueux balancement des eaux. Le premier de ces savants qui put étudier les marées *de visu* fut Pythéas de Marseille, qui était contemporain d'Alexandre. On sait qu'il se distingua non moins comme explorateur que comme astronome[1]. Il fit un grand voyage dans l'Océan Atlantique et remonta fort haut dans le nord, car il semble bien que ce soit à l'Islande qu'il donne le nom de Thulé, car il dit que dans cette île, où il aborda, le soleil ne se couche pas le jour du solstice d'été. — Dans ce grand voyage, dont la relation ne nous est connue que par fragments, il reconnut, ce qui est le plus intéressant pour nous, la relation qui existe entre les marées et le passage de la Lune au méridien. C'est lui qui enseigna cette chose importante aux Grecs. — Grâce au voyageur marseillais, Eratosthène connaissait exactement la loi que suit, dans l'Océan, la marée semidiurne. — Beaucoup d'ailleurs se refusaient à croire Pythéas, et accusaient Eratosthène de crédulité.

Séleucus de Séleucie, qui était né sur les bords de la mer Rouge, ajouta beaucoup à ces connaissances. Il re-

[1] Pythéas a mesuré l'obliquité de l'écliptique, et déterminé la latitude de sa ville natale.

connut que la marée ne se comporte pas partout de la même manière, et nota les différences qu'elle présente, en un même lieu, selon les différentes époques de l'année. C'est ce qui résulte du témoignage de Strabon.

Le stoïcien Posidonius, qui vint au monde 133 ans avant J.-C, devait vivement s'intéresser à cette question du rapport entre le phénomène des marées et les positions de la Lune, car ce rapport semblait justifier un des principes de son école, à savoir que tous les changements qui se produisent dans le monde sublunaire sont dûs à l'influence des astres. En conséquence, il avait écrit un traité, aujourd'hui perdu, *De l'Océan*, περὶ Ὠκεανοῦ. Il y disait, d'après Strabon, que l'Océan est soumis au mouvement périodique des astres, et qu'il y a une période diurne, une période mensuelle, et une période annuelle qui, toutes trois, sont en connexion avec la Lune ».

Il se trompe d'ailleurs en ce qui concerne la période annuelle, car il croit que c'est au voisinage des solstices, et non des équinoxes. que l'on observe les plus fortes marées. Il semble d'ailleurs qu'il n'y ait là qu'une simple confusion entre ces deux époques de l'année, et que, de cette confusion, Strabon soit responsable. — En somme, bien que Posidonius n'ait pas expliqué le flux opposé à la Lune, il a su amener la théorie des marées à un point où elle resta jusqu'au XVIe siècle, et cela est vraiment remarquable.

Plutarque. — Si un hasard invraisemblable faisait tomber ces pages sous les yeux de quelque humaniste, peut-être y apprendra-t-il avec surprise que Plutarque ne se bornait pas à être le moraliste et biographe que tout le monde connaît, et que, de plus, il était réellement un astro-

nome distingué. Il a laissé un ouvrage dont nous avons le texte grec, mais que l'on désigne habituellement par la traduction latine de son titre : *De facie in orbe Lunae*. On y lit ces lignes géniales :

« Ce qui aide la Lune à ne point tomber, c'est son mouvement même et la rapidité de sa rotation ; de même, pour un projectile mis dans une fronde, la force qui l'empêche de tomber provient de la rotation en cercle. Le mouvement naturel en effet, n'entraîne un corps donné que si rien d'autre ne s'y oppose. La Lune n'est pas entraînée par son poids, car ce poids est repoussé et détruit par la force de la rotation ».

Toute la Mécanique céleste de Newton devait sortir de là, mais cette idée était trop en avance sur le temps de celui qui l'a conçue pour qu'elle pût se développer.

Par contre, Plutarque pensait que toutes les parties d'un tout tendent à se réunir entre elles, et, comme il se représentait le « tempérament » de la Lune comme essentiellement « mou et humide », il était tout naturel qu'il regardât notre satellite comme attirant les eaux qui se trouvent à la surface de notre globe. Il était donc amené à le considérer comme l'origine du gonflement et de l'abaissement successif du niveau des mers[1].

Les astrologues du Moyen Age, et avec eux les médecins[1], ont eu des idées analogues. Pour eux, la Lune régissait les phénomènes, non seulement physiques, mais aussi biologiques ; et, de nos jours encore, ces idées ont des partisans nombreux.

[1] Y compris les plus illustres, Galien, par exemple.

Latins

Les Romains, au point de vue intellectuel, ont été en général fort inférieurs aux Grecs, auxquels ils recouraient volontiers quand ils rencontraient des difficultés qu'ils jugeaient insurmontables. L'art de parler en public est le seul auquel ils se soient attachés, la jurisprudence est la seule science où ils aient été les maîtres incontestables.

En Astronomie, donc, ils ne se sont guère distingués, et ils ont eu grand peine à se faire un calendrier ramenant aux mêmes dates les mêmes phénomènes astronomiques, et rendant facile au laboureur l'ordre de ses travaux.

Romulus n'avait donné à l'année que 304 jours. On pense bien qu'une erreur pareille ne resta pas longtemps inaperçue, et Numa, en la portant à 354 jours, ne fit pas encore une correction suffisante à beaucoup près. L'année romaine primitive commençait le 1er mars, Numa y ajouta deux mois, janvier à la fin, février au commencement; c'est en 450 avant J.-C. que les décemvirs donnèrent à ce mois le second rang, qu'il occupe encore, c'était, paraît-il, pour prolonger leur magistrature.

Pour maintenir en concordance l'année civile et l'année astronomique, il fallait des intercalations, qui furent confiées aux prêtres, et il arriva que ceux-ci, soit par ignorance, soit pour favoriser tel ou tel magistrat, firent des années plus ou moins longues[1]. — On arriva bientôt à

[1] Napoléon III, quand il écrivit sa *Vie de César*, avait chargé Le Verrier d'élucider toutes les questions relatives au calendrier romain. Le manuscrit du grand astronome a malheureusement péri quand les Tuileries ont été incendiées.

un état de choses extrêmement fâcheux, et tout le monde en souffrait.

1. **César.** — En 708 de Rome ou 46 ans avant J.-C, Jules César, à la fois dictateur et grand-pontife, résolut de faire disparaître cette situation qui était vraiment scandaleuse pour un peuple tel que le peuple romain. Qu'on en juge : Le premier remède fut de porter l'année courante à une durée de 445 jours ! Aussi, fut-elle appelée *année de confusion*

Conseillé par un astronome égyptien, nommé Sosigène, César[1] déclara que l'année durait 365 jours et un quart, en conséquence, tous les quatre ans on intercalait un jour, qui était le 29 février. Cette réforme suffit pendant un grand nombre de siècles, et l'on sait que c'est seulement le pape Grégoire XIII, qui occupa le trône de Saint-Pierre de 1572 à 1585, qui corrigea l'erreur que Sosigène avait commise en supposant que l'année vaut exactement 365 jours et un quart, ce qui la rend trop longue de 11 minutes et 8 secondes. — Nous reviendrons sur ce point.

La reconnaissance publique envers César s'exprima en donnant son nom au mois qui jusqu'alors s'était appelé *quintilis*.

[1] Le grand Jules était loin d'être étranger aux études scientifiques ; en cela, il différait fort de la plupart de ses concitoyens. Comme Napoléon, pendant ses voyages, il s'occupait de travaux intellectuels, c'est ainsi que, traversant l'Helvétie, il s'intéressa beaucoup plus à la composition d'un traité de grammaire qu'à la contemplation du beau pays où il se trouvait. Ce qui nous intéresse davantage, c'est que, parmi ses œuvres perdues, figurait un traité *De Astris*. — César avait lu avec attention les œuvres d'Hipparque.

2. **Pline l'Ancien**. — Ce savant homme, qui mourut, dans les circonstances que l'on sait, en l an 79 de notre ère, à l'âge de cinquante-six ans, fut hautement apprécié par le Moyen-Age latin, et même bien au delà ; car, sans parler de la monumentale édition de son *Histoire Naturelle* que donna le P. Hardouin en 1685, au XIXe siècle, il a été traduit plusieurs fois, notamment par Ajasson de Grandsagne et par Littré. — Voici comment ce dernier juge le savant romain [1] ;

« Pline avait le goût passionné des sciences ; mais il ne les connaissait pas, et il les traitait en homme de lettres, non en homme de métier ; pour lui, c'était matière à compilation, et, d'intervalle en intervalle, matière à quelque tirade littéraire, à quelque morceau d'éclat. »

Voici, toujours selon Littré, une brève analyse du grand ouvrage de Pline :

« Il commence également (comme Humboldt) par le ciel, les grands astres qui le décorent et les mouvements qui les animent ; du ciel, il descend sur la Terre pour en décrire les divisions, les mers, les fleuves, les cités et les peuples ; l'homme ensuite est le sujet ; après l'homme les animaux, après les animaux les végétaux, et, à ce propos, une histoire de l'agriculture qui en tire nos aliments et de la médecine qui en tire nos remèdes : enfin les métaux et les pierres qui gisent dans le sein de la terre, et auxquels il rattache des notions sur la peinture, sur la sculpture, sur les artistes, notions qu'on ne peut trop apprécier, »

[1] *Revue germanique*, 31 mai 1858. Dans cet article, Littré compare l'*Histoire naturelle* avec le *Cosmos* d'Alexandre de Humboldt.

Pline avait un grand talent d'écrivain ; voici un morceau qui peut permettre de s'en rendre compte :

« Le plus admirable de tous est l'astre qui est le plus familier aux habitants de la Terre, celui que la nature a créé pour remédier aux ténèbres, la Lune. Elle a mis à la torture, par sa révolution compliquée, l'esprit de ceux qui la contemplaient et qui s'indignaient d'ignorer le plus l'astre le plus voisin. Croissant toujours ou décroissant, tantôt recourbée en arc, tantôt divisée par moitié, tantôt arrondie en orbe lumineux ; pleine de taches, puis brillant d'un éclat subit ; immense dans la plénitude de son disque et tout à coup disparaissant, tantôt veillant toute la nuit, tantôt paresseuse et aidant, pendant une partie de la journée, la lumière du soleil, s'éclipsant et cependant visible dans l'éclipse ; puis invisible à la fin du mois, sans toutefois être éclipsée. Ce n'est pas tout : tantôt elle s'abaisse, et tantôt elle s'élève, sans uniformité même en cela ; car parfois elle touche au ciel, parfois aux montagnes, parfois au haut dans le nord, parfois au bas dans le midi. Le premier qui reconnut ces différents mouvement fut Endymion, et aussi dit-on qu'il en fut épris. »

Voilà bien un de ces morceaux d'éclat dont parle Littré ; par malheur, celui-ci est déparé par une grosse inexactitude ; assurément, ni Pline ni aucun autre Romain n'a jamais vu la Lune au nord, attendu que la déclinaison maxima de notre satellite est environ 28°.

C'est que Pline, avec tous ses mérites intellectuels, n'était pas un esprit doué d'exactitude. L'admiration que lui inspire Hipparque ne l'empêche pas d'avoir lu les travaux de ce grand astronome sans les bien comprendre, et ce n'est pas au point de vue de la science des astres, que l'*Histoire Naturelle* est le plus intéressante.

3. **Sénèque**. — De Pline, on peut rapprocher son contemporain Sénèque qui eut le malheur d'être chargé de l'éducation de Néron. — A notre point de vue, son *Traité des questions naturelles* offre plus d'intérêt que le grand livre, beaucoup plus souvent cité, de Pline Dans cet ouvrage; Sénèque s'occupe de tout ce qui se passe dans le ciel, et il s'intéresse tout particulièrement à la météorologie. Les bolides, les halos, les arcs en ciel solaires et lunaires, la grêle, la neige et la pluie, les vents et les tremblements de terre, voilà les matières dont, successivement, il fait l'examen.

Il se demande si la Terre est ou non, animée d'un mouvement de rotation, et ne sait comment conclure.

Son dernier livre (le septième) est entièrement consacré aux comètes, qu'il croit éternelles, et qu'il considère comme des astres analogues aux planètes, au moins dans une certaine mesure, — On connait l'éloquent passage où il annonce qu'un temps viendra où leur retour périodique sera une chose universellement reconnue.

« Est-il donc surprenant, dit-il à ce propos, que ces choses ne soient pas encore, pour nous, assujetties à des lois certaines ; qu'on ne connaisse pas le commencement et la fin de la révolution de ces corps qui ne reparaissent qu'au bout d'un long intervalle ? Il n'y a pas encore quinze cents ans que la Grèce s'est occupée d'astronomie. Il existe encore aujourd'hui beaucoup de nations qui ne connaissent le ciel que de vue, qui ne savent pas pourquoi la Lune s'éclipse : la raison de ce phénomène n'est d'ailleurs bien connue chez nous que d'hier. Il viendra un temps où, à force de patience, on tirera au clair ce qui nous est caché aujourd'hui. L'âge d'un homme ne suffit point pour de telles découvertes, lors même qu'il

se consacrerait tout entier à l'étude du ciel. Que peut-on espérer quand on a reçu en partage une vie, déjà si courte, fort inégalement répartie entre des occupations frivoles et les études sérieuses ! Un temps viendra où nos descendants seront surpris que nous ayons ignoré des choses si claires. »

Dix-sept cents ans plus tard, le retour de la comète de Halley venait montrer que Sénèque avait été bon prophète.

Après Sénèque, il nous serait difficile de trouver des écrivains latins, si ce n'est les poètes, qui se soient, à l'occasion, occupés des choses du ciel. Mais nous pouvons laisser ceux-ci de côté et nous borner à dire que, sauf Virgile qui, évidemment, s'intéressait aux phénomènes célestes, tous, Ovide, Lucrèce, Lucain n'en avaient qu'une connaissance des plus superficielles. Pour être dites en vers, si beaux que ceux-ci puissent être, des choses inexactes sont toujours choquantes.

Du reste, nous n'irons pas chercher querelle aux Anciens à ce sujet : s'ils nous objectaient que les Modernes, Lamartine en particulier, en ont bien d'autres sur la conscience, nous ne voyons pas ce que nous pourrions leur répondre.

Arabes et Juifs

Les anciens Sémites, nous l'avons vu, n'avaient guère donné de preuves de leurs aptitudes scientifiques. On aurait eu tort toutefois de leur dénier ces aptitudes ; leurs facultés intellectuelles sommeillaient seulement. Au contact des Grecs, à Alexandrie et ailleurs, ces facultés s'éveillèrent.

Déjà, au IVe siècle de notre ère, un certain Chalcidius avait composé un commentaire du *Timée* de Platon, c'est là qu'on trouve ce que nous savons des idées astronomiques d'Héraclide du Pont. Et, ce Chalcidius, platonicien en philosophie, était, semble-t-il, juif de religion, bien que certains auteurs aient voulu en faire un chrétien.

Quand ils ont quitté leur péninsule aride, les Arabes conquièrent rapidement un immense empire. Mahomet était mort l'an 633 après J.-C, et, juste un siècle après, Charles-Martel les écrase à Poitiers. Ils n'en restent pas moins, jusqu'au temps de Ferdinand le Catholique et d'Isabelle, les maîtres de l'Espagne, et toute l'Afrique du Nord, le pays que nous appelons aujourd'hui la Turquie d'Asie, la Perse, une partie de l'Inde leur obéissent.

Pasteurs ignorants à l'origine, ils ne tardent pas à manifester un vif désir de s'instruire, et des capacités qu'on ne trouvera jamais chez leurs coreligionnaires les Turcs.

Ils ont été inférieurs aux Grecs, au point de vue des études purement géométriques, mais ils ont eu du moins ce mérite de leur être égaux, sinon supérieurs, en ce qui concerne les observations. Ecoutons Delambre :

« Si l'on compte à peine deux ou trois observateurs parmi les Grecs, nous dit-il dans son *Histoire de l'Astronomie au Moyen-Age*, on en voit au contraire un nombre assez considérable chez les Arabes. Les instruments y sont bien plus grands, ils sont construits et divisés avec plus de soin ; on remarque, dès le temps d'Al-Mamoun, des déterminations nouvelles et plus exactes de l'obliquité de l'écliptique, de la position de quelques belles étoiles, de la précession, de la grandeur de l'année et de l'excentricité du Soleil. A ces points fondamentaux, ils ajoutent de nombreuses observations d'éclipses et de conjonctions ; ils

cherchent les erreurs des Tables de Ptolémée ; ils sentent la nécessité de marquer avec plus de soin le commencement de chaque phénomène ; chez eux, le commencement et la fin de l'éclipse sont accompagnés le plus souvent de la hauteur d'un astre, qui leur sert à calculer l'angle horaire et le temps vrai. On ne voit chez les Grecs aucune mention d'une pratique si bonne, si facile ; et parmi tous les problèmes d'Astronomie sphérique résolus par Ptolémée, il est singulièrement remarquable qu'on n'en voie aucun qui conduise directement à ce but. »

Leurs souverains, ces califes de Bagdad qui sont restés légendaires, furent pour beaucoup dans ce mouvement scientifique. Haroun-al Raschid, le grand contemporain de Charlemagne, et surtout son fils Al-Mamoun qui régna de 814 à 833, doivent, à ce point de vue, ne pas être oubliés ici. Le second, en particulier, s'intéressait à tel point aux choses intellectuelles, qu'ayant imposé la paix à l'empereur d'Orient Michel III, qui portait le surnom glorieux *d'Ivrogne*, une des clauses du traité était que le vaincu s'obligeait à livrer un exemplaire de tous les ouvrages grecs. Tous ces livres furent traduits en arabe, notamment l'*Almageste* de Ptolémée qui reçut alors le nom par lequel on la désigne aujourd'hui universellement. L'admiration des Arabes pour ce traité fit qu'ils l'appelèrent « le grand livre, » car c'est cela que signifie le mot hybride *Almageste*. Ce qui a plus importance, c'est que c'est sans doute par suite de cette admiration que l'œuvre de Ptolémée nous a été conservée, et c'est grand dommage que les travaux d'Hipparque n'aient pas, au même degré, fixé leur attention.

On ne dit pas qu'Al-Mamoun ait collaboré lui même, comme plus tard Alphonse X de Castille et le landgrave de Hesse Guillaume IV, aux travaux de ses astronomes,

mais cela n'est pas nécessaire à sa gloire. Il avait fait construire deux observatoires, l'un à Damas, l'autre à Bagdad, et là, on fit de nombreux travaux. Notamment, on détermina la valeur de l'obliquité de l'écliptique que l'on trouva être 23° 35′ et on observa soigneusement les équinoxes, ce qui fournit une valeur plus exacte de la durée de l'année. Comparant leurs observations avec celles de Ptolémée, ils trouvèrent pour cette durée une valeur trop courte d'environ deux minutes, et Laplace fait remarquer que leur erreur eût été presque nulle, s'ils avaient fait cette comparaison avec les observations d'Hipparque.

Un autre grand travail fait sous l'influence d'Al-Mamoun est une nouvelle mesure de la Terre. Appliquant au fond la même méthode qu'Eratosthène, mais nous faisant connaître leur travail avec plus de détails que le savant grec, voici comment ils opérèrent : deux compagnies d'astronomes[1] partirent du même point situé dans la vaste plaine de Sindjar, en Mésopotamie. Les uns marchèrent vers le nord, les autres vers le midi et ils mesurèrent avec une coudée la distance de jalons alignés au préalable selon la direction de la méridienne. On s'arrêta quand la hauteur du pôle fut pour les uns augmentée, pour les autres diminuée d'un degré. — Les uns trouvèrent que le degré valait 56 milles, les autres 56 milles et $\frac{2}{3}$. Cette dernière détermination fut considérée comme plus exacte.

Le mille arabe valait 4000 coudées. Mais qu'était-ce qu'une coudée ? Nous ne le savons guère, ce qui fait que nous ne pouvons nous rendre exactement compte de ce

[1] Les chefs de ces compagnies s'appelaient Khalid ben Abdoulmelek et Ali ben Isha.

que valait l'opération géométrique des Arabes. Toutefois, nous n'avons pas le droit de leur faire des reproches bien sévères à cet égard ; c'est seulement à la fin du XVIII[e] siècle que la France a pu, non sans peine, faire admettre le principe d'une unité de mesure universelle, rigoureusement définie.

Passons maintenant en revue les travaux des principaux astronomes arabes et juifs :

1. **Al-Fergani.** — Le premier des astronomes arabes dans l'ordre chronologique est Mohamed al Fergani, mort en 833 ou 834, dont nous verrons que les éditeurs chrétiens ont réuni l'œuvre à celle du célèbre Albategnius. Cette œuvre, qui est une sorte de résumé de *l'Almageste*, a eu le plus grand succès en Occident comme aussi sans doute en Orient. En tout cas, les manuscrits de la traduction latine qu'en fit Jean de Luna sont très nombreux.

Les astronomes d'Al Mamoun avaient trouvé, pour l'obliquité de l'écliptique, une valeur sensiblement différente de celle qu'indiquait Ptolémée. Ce résultat était connu d'Al-Fergani, mais, croyant que ses compatriotes n'avaient eu à leur disposition que des instruments insuffisants, il n'en a pas conclu que cette obliquité varie avec le temps, —

Il se séparait de Ptolémée en ce qu'il admettait que l'apogée du soleil n'est pas seulement soumis au mouvement diurne, mais que ce point, comme les étoiles fixes, est animé du mouvement de précession. — Les astronomes arabes qui vinrent après lui partagèrent cette croyance. — Seulement, c'est une supposition que, sans doute, Al-Fergani a empruntée aux astronomes indiens.

Al-Fergani a composé encore deux traités aux in-

struments astronomiques. Les ouvrages de cet astronome ont eu une grande influence à l'époque du Moyen Age. — Nous avons dit qu'ils avaient été traduits en latin, ils le furent aussi en hébreu.

2. **Albategnius.** — Après Al-Fergani nous trouvons Abou Abd Allah-Mohammed, surnommé, d'après sa ville natale (Baten, près de Starran en Mésopotamie), Al Battani, dont les Latins ont fait Albategnius.

Il vécut dans la seconde moitié de notre IXe siècle, et son existence se prolongea jusqu'en 929. C'était un grand seigneur, paraît-il, car on lui a parfois donné la qualification de « prince ». On sait peu de choses sur sa vie, si ce n'est que, ainsi qu'il convenait à sa naissance, il fut le lieutenant des califes en Syrie, qu'il était un musulman dévot, on peut du moins le présumer, car la formule *si Dieu le veut* revient fréquemment sous sa plume, que tantôt, il observa à Antioche, et tantôt à Aracte, ville mésopotamienne considérable, et il n'y a rien à ajouter.

En ce qui concerne son œuvre, elle a été traduite en latin au XIIe siècle par un certain Platon de Tivoli (*Plato Tiburtinus*) sous le titre de *De scientia stellarum*. Le malheur est que ce traducteur ne comprenait pas grand chose à l'Astronomie, et, ce qui est plus étonnant pour un homme de cette époque, il était un fort médiocre latiniste, à en juger par son style barbare.

Telle qu'elle est, sa traduction a été imprimée deux fois, en 1537 et 1645, et cette seconde édition, c'est Halley qui nous l'apprend, a été copiée sur la première au point qu'elle en a conservé toutes les fautes d'impression qui y fourmillent. Apparemment, ceux qui se char-

gèrent d'éditer la traduction de Platon de Tivoli [1], ne s'élevaient pas par la capacité au-dessus du niveau de ce dernier.

On croyait que le texte original avait disparu. Très heureusement, il n'en est rien. Il en existe un exemplaire à la Bibliothèque de l'Escurial, et, en ces dernières années, M. Nallino a publié ce texte arabe, en y joignant une traduction latine [2] enrichie de nombreuses notes qui nous donnent de précieux renseignements sur l'histoire de l'Astronomie grecque et arabe. — Il nous est, grâce à cette publication, plus facile de juger Albategnius qu'à nos devanciers.

Albategnius a été surnommé le Ptolémée arabe. S'il avait pu le savoir, il en aurait été particulièrement fier, car il éprouvait une vive admiration pour l'astronome grec, dont, en somme, il s'est borné à condenser l'œuvre, en la rectifiant sur certains points,

Un des principaux mérites des Arabes est d'avoir grandement perfectionné la trigonométrie des Grecs, et, parmi eux, Albategnius s'est particulièrement distingué à ce point de vue. On lui est redevable de la très importante substitution des sinus aux cordes,

3. **Thabit ben Korrah.** — Nous passons rapidement sur Al Kindi, qui fut surtout un érudit et un compilateur auquel on doit la mention d'un fait curieux, une obser-

[1] A l'œuvre d'Albategnius, les deux éditions de 1537 et 1645 joignent un ouvrage d'Al. Fergani, le *Liber in scientia astrorum et indicibus motuum cœlestium*, mis en latin par Jean de Luna, dit, par erreur, Jean de Séville.

[2] Al. Battani sive Albatenii, *Opus Astronomicum*, etc. Mediolani Insubrum, tres partes, 1899-1907.

vation du passage de Vénus sur le Soleil en l'an 839 de notre ère, sur Albamasar qui ne fut guère qu'un astrologue, et nous arrivons à Thabit-ben-Korrah, né en 836 à Harran, en Mésopotamie, mort à Bagdad en 901.

Il s'occupa d'abord d'affaires commerciales, mais il les abandonna pour se livrer exclusivement à la science. Il savait le grec aussi bien que l'arabe et le syriaque, et il semble qu'il ait eu du goût pour les études les plus variées, car il traduisit et commenta Hippocrate et Aristote aussi bien qu'Archimède, Euclide, Apollonius et Ptolémée, ce qui ne l'empêcha pas de composer un grand nombre d'œuvres originales où, tour à tour, on le voit mathématicien, astrologue et médecin. — Ajoutons qu'appartenant à la secte des Sabians, il s'attira des difficultés avec ses coreligionnaires en s'abstenant de certaines pratiques.

Nous n'avons à voir en lui que l'astronome. A ce point de vue, son influence en Occident a été considérable.

Il eut le mérite de s'apercevoir le premier de la variation de l'obliquité de l'écliptique qu'Al-Fergani, nous l'avons vu n'avait pas osé reconnaitre, par défiance de ses instruments. Depuis Ptolémée, cette obliquité avait diminué de 22 minutes.

Il se montre moins avancé qu'Al-Battani sur la question de la précession des équinoxes. Comme les anciens astronomes de l'Inde, il donne au point équinoxial une sorte de mouvement pendulaire autour d'une position moyenne, c'est le mouvement d'accès et de recès que nous avons déjà rencontré ; d'ailleurs, plus sensé que ses prédécesseurs, il admettait que ce mouvement n'était pas uniforme, qu'il diminuait de vitesse avant de s'arrêter et de changer de sens.

4. **Alboul-Wéfa.** Cet astronome était né en l'an 939 de notre ère dans le Khorassan, il mourut à Bagdad en 998, et c'est dans les écoles de cette ville qu'il avait, profitant de ses rares aptitudes pour les mathématiques, étudié ces sciences avec le succès le plus éclatant. Après la chance d'avoir eu pour maîtres des hommes d'un grand mérite, il eut cette autre de trouver des protecteurs puissants, qui lui donnèrent les moyens de travail qui lui étaient indispensables. Il fut à la fois géomètre et astronome, commenta Euclide et Diophante, composa une arithmétique, et, ce qui nous intéresse davantage, un *Almageste.* On l'accusa peut-être de manquer de modestie en le voyant donner à son travail le même titre qu'au grand livre de Ptolémée, que les Orientaux, nous l'avons vu, mettaient au-dessus de tout, mais, quoi qu'il en soit, il est certain qu'Aboul-Wéfa était un astronome d'un mérite exceptionnel.

Dans cet ouvrage, l'auteur commence par perfectionner notablement la trigonométrie ; c'est à lui qu'on doit d'avoir introduit dans cette science les tangentes et cotangentes, dont il a calculé des tables, et même les sécantes et les cosécantes. On a fait, à tort, honneur à Régiomontanus de découvertes réellement dues à Aboul-Wéfa. Les ouvrages de celui-ci se trouvaient pourtant dans les bibliothèques européennes, mais personne ne les y lisait. Ce n'est guère que vers le commencement du XIX siècle [1] que Sédillot

[1] Jean-Jacques Sédillot eut pour fils Louis-Pierre Sédillot (1808-1875) qui fut professeur d'histoire et publia une œuvre posthume de son père : la traduction du *Traité sur les instruments astronomiques des Arabes*, ouvrage composé au XIIIe siècle par le Marocain Aboul-Ali Hassan, Paris, 1835. — Sédillot fils

(1775-1832), à la fois orientaliste et mathématicien, nous fit connaître les astronomes arabes, et, en particulier, Aboul-Wéfa.

Comme observateur, celui-ci se fit remarquer en signalant une troisième inégalité de la Lune, celle que Tycho-Brahé croyant la découvrir, a désignée sous le nom de *variation*. — Les travaux d'Aboul-Wéfa sur la Lune ont soulevé de vives polémiques, vers 1871, entre MM. Chasles et Bertrand.

5. **Ebn-Jounis**. — C'était un contemporain d'Aboul-Wéfa, car il était né en Egypte vers le milieu du xe siècle après J.-C, d'une famille originaire de l'Yémen. C'était donc, apparemment, un Arabe de la race la plus pure. — Il s'instruisit, dit-on, à l'école d'Aboul-Wéfa, et, comme celui-ci, eut le bonheur d'être protégé par les grands de ce monde, notamment par le calife Aziz.

C'était aux environs du Caire qu'il observait, et ses observations se prolongèrent presque jusqu'à sa mort, arrivée en 1008, pendant trente ans. — Comme observateur, on doit à Ebn-Jounis d'avoir perfectionné le gnomon, qu'il surmonta d'une plaque percée d'un trou laissant passer les rayons du Soleil, ce qui donne une image bien nette et dont le centre correspond bien à celui du Soleil. Ebn-Jounis pour ajouter encore à cette netteté, recevait cette image sur un plan de marbre blanc et bien poli, dont il vérifiait l'horizontalité avec le plus grand soin.

Son principal ouvrage est la Table-Hakémite, qu'il

a également publié les *Prolégomènes* des tables astronomiques d'Oloug-Beg, Paris, 1847.

dédia au calife Hakem[1], tyran abominable, mais fort dévot et qui encourageait l'Astronomie qu'il jugeait nécessaire à la pratique rigoureuse des devoirs de piété, comme pouvant faire connaître l'heure précise des prières, les jours de jeûne, le moyen de se tourner vers la Mecque, etc.

L'ouvrage d'Ebn-Jounis est encore un de ceux que Sédillot nous a fait connaître.

Un de ses disciples, Al-Hazen, mort en 1038, nous a laissé une *Optique* bien supérieure à celle de Ptolémée. Il avait composé beaucoup d'autres ouvrages, sans doute remarquables, mais il sont malheureusement perdus.

6. **Arzachel.** — C'était un Hispano-arabe, qui vivait à Tolède, semble-t-il, et observait pendant la seconde moitié du XIe siècle. Il a composé des Tables, dites de Tolède, destinées, dans sa pensée, à remplacer celles d'Albategnius. Mais ce dernier avait une telle renommée que le public n'accepta que difficilement l'idée que son travail pût laisser vraiment à désirer. Quoi qu'il en soit, les Tables d'Arzachel ont servi aux astronomes que le roi Alphonse avait chargés de réformer la science astronomique, et ils se sont bornés à les rendre plus exactes.

7. **Averroès et Maïmonide.** — Le premier de ces deux célèbres péripatéticiens, qui vécut de 1120 à 1198, a composé un abrégé de *l'Almageste*. Il avait vu, paraît-il, Mercure passer sur le Soleil, mais il est à croire qu'il n'y avait là qu'une tache visible à l'œil nu, ce qui arrive quelquefois.

[1] Il fut le fondateur de la religion des Druses, aujourd'hui encore musulmans fanatiques.

8. **Moïse Maïmonide** (1139-1208). — Ce Juif, qu'on dit à tort avoir été un disciple immédiat d'Averroès, fut un sectateur d'Aristote moins enthousiaste que son maître, lequel regardait comme erronées toutes les hypothèses qu'Hipparque et Ptolémée avaient substituées aux principes posés dans le Περὶ Οὐρανοῦ. Parmi l'étonnante multitude de ses travaux, d'autant plus surprenante qu'en même temps que philosophe, il était un médecin de grand talent, et, à ce titre, fort occupé, Maïmonide a publié un volumineux *Guide des Egarés* [1] où il fait observer que l'astronome doit se proposer, pour expliquer les mouvements du système solaire, de diminuer autant que possible les mouvements et le nombre des sphères. Aussi préfère-t-il, pour le Soleil, l'excentrique à l'épicycle, comme l'a fait Ptolémée. — En somme, il ne croit pas que le caractère borné de la science humaine puisse parvenir à la connaissance des choses célestes. Bornons nous donc à établir une Physique des choses sublunaires. — Voilà ce que le bon sens nous conseille, selon Maïmonide.

9. **Al-Bitrogi**. — Ce qu'Averroès aurait voulu faire, composer un ouvrage où l'Astronomie serait en accord avec les principes de la Physique, (la Physique d'Aristote), un astronome marocain, un chrétien converti à l'islamisme, Al-Bitrogi [2], que les Occidentaux appellent Alpétragius, le tenta, — Cet astronome qui vivait au milieu du XIIe siècle, se crut inspiré d'en haut, et publia un système qui, en réalité, est fondé sur une hypothèse qui avait eu des par-

[1] Publié par S. Munk, 3 vol. Paris, 1856-1866.

[2] Ce nom indique le pays originaire de sa famille, pays voisin de Cordoue. — Abou-Ishac-ben-al-Bitrogi est quelquefois aussi désigné par l'appellation de Nur-ed-Din.

tisans chez les savants grecs contemporains de Ptolémée et qui fut renouvelé au XVIIe siècle par Guarinus. En somme, il s'efforçait de remplacer les épicycles par des spirales.

Parmi les précurseurs d'Al-Bitrogi qu'on trouve chez les Grecs, notamment parmi les stoïciens, nous nommerons l'adversaire d'Aristarque, Cléanthe. On peut encore citer Cléomède, qui nous a transmis des détails sur les travaux géodésiques d'Eratosthène. — De même, Chalcidius, le commentateur du *Timée*.

Quoi qu'il en soit, l'ouvrage d'Al-Bitrogi (qui peut-être a été un simple plagiaire)[1] devait, jusqu'au temps de Copernic inspirer les adversaires de Ptolémée. Son principal mérite est d'avoir facilité l'acceptation du véritable système du monde.

10. **Alphonse X.** — En Espagne, musulmans et chrétiens, du moins ceux qui appartenaient aux classes intellectuelles, vivaient en assez bonne intelligence. Par une tolérance qui leur fait honneur, les Arabes admettaient parfaitement qu'on vînt s'asseoir sur les bancs de leurs écoles sans partager leur foi et c'est ce qui était arrivé au moine auvergnat Gerbert, qui fut pape sous le nom de Silvestre II.

Le roi de Léon et de Castille Alphonse X, qui vécut de 1223 à 1284 et qui succèda à son père en 1252, eut un vif goût pour les choses de l'esprit, qui l'empêcha de rem-

[1] Ces exemples de plagiats ne sont pas très rares. Un astronome arabe, nommé Djebar-ben-Aflah, qui vivait au XIIe siècle de notre ère, a traduit et mis sous son nom l'œuvre d'un Grec à peu près contemporain de Ptolémée, les *Libri novem astronomiae*, pour lui donner le titre que porte la traduction latine qu'en a faite Gérard de Crémone.

plir convenablement ses devoirs de souverain, en sorte que son règne ne fut pas heureux. — Il étudia, non seulement l'Astronomie, mais aussi la Chimie, ce qui le mit en rapport avec de nombreux juifs et musulmans. Si l'on ajoute qu'il ne respecta pas toujours les biens du clergé, on conçoit que sa réputation d'orthodoxie en ait souffert. — Le mot qu'on lui attribue, que si Dieu l'avait appelé dans son conseil quand il s'agit de construire l'Univers, il aurait pu lui donner de bons avis, et qui lui fut imputé à crime, contribua peut-être à le faire détrôner.

Ce qui, relativement au roi Alphonse, nous intéresse, ce sont les Tables astronomiques qui portent son nom. Elles furent publiées le jour de son avénement. Pour les composer, le futur roi de Castille avait fait appel à de nombreux savants appartenant aux trois religions qui se partageaient l'Espagne. Il avait même eu recours aux étrangers, et parmi les membres de la nombreuse commission qui fut chargée de corriger les erreurs de Ptolémée, il se trouvait des Gascons et des Parisiens. — Cette commission comprenait plus de cinquante savants. Il n'y a donc pas à s'étonner que la nouvelle entreprise ait causé des frais considérables, 40000 ducats, dit-on.

Un autre ouvrage dû aux mêmes savants est intitulé *Libros del saber de astronomia.* Ces ouvrages étaient rédigés dans le dialecte espagnol qu'on appelle le roman. — Il va sans dire qu'ils furent traduits en latin.

Les Tables Alphonsines furent rééditées plusieurs fois du vivant de celui qui les avait fait construire. Les hypothèses fondamentales adoptées dans ces diverses éditions ne sont pas toujours les mêmes. Ainsi, primitivement, on avait admis, non pas un mouvement continu de précession, se poursuivant toujours dans le même sens mais ce qu'on

appelait un mouvement *d'accès de recès*, d'après lequel l'équinoxe se serait déplacé sur l'écliptique alternativement dans un sens et dans l'autre [1] La durée de l'oscillation de cette sorte de pendule aurait été 7000 ans, or, on n'était pas loin du moment où l'âge du monde aurait, selon les croyances de l'époque, atteint ce chiffre. Il semblait donc que la vitesse de la sphère étoilée vers l'Orient aurait dû aller en ralentissant pour finir par devenir nulle, et il n'en était rien.

Les astronomes d'Alphonse durent donc modifier leur travail.

Imprimées pour la première fois à Venise en 1453. Les Tables alphonsines l'ont été maintes fois depuis. La dernière édition est celle que le gouvernement espagnol a donnée il y a environ un demi-siècle.

En quittant l'école astronomique arabe, il nous semble naturel, avant de passer à celle des chrétiens occidentaux, de parler des astronomes persans et mongols.

Ce ne fut pas un, évènement sans importance que la substitution des Turcs, qui sont une branche de la race mongole, aux Arabes dans l'hégémonie du monde musulman. Par bonheur, parmi les souverains du peuple victorieux, il s'en trouva un certain nombre qui tinrent à

[1] Cette idée avait été renouvelée par un astronome d'une date fort antérieure, Abou-Masar ou Albumasar, qui mourut plus que centenaire en 886. Des astrologues dont parle Théon d'Alexandrie, qui ne les nomme pas, l'avaient conçue les premiers. Dans d'autres de ses ouvrages, Albumasar se montre partisan de la Grande Année, qui, tous les 36.000 ans rend aux astres les positions qu'ils avaient à l'origine des choses, et renouvelle l'état du monde sujet à la génération et à la corruption.

honneur de marcher sur les traces scientifiques des vaincus.

Vers le milieu de notre XIIIe siècle, Houlagou, petit-fils de Gengis Khan, et Khan des Mongols, régnait en Perse. En 1259 de notre ère, il fit construire un observatoire à Méragah, au voisinage de Tauris. Il y attacha des astronomes, choisis parmi les plus distingués de l'Orient et leur assigna de gros traitements. Quant à leurs instruments d'observation, ces astronomes disposaient, paraît il, d'un quart de cercle mural, de quarts de cercles mobiles analogues à ceux dont fit usage Tycho-Brahé, trois siècles et demi plus tard, Houlagou les avait en outre chargés de rassembler en Egypte, en Syrie et en Babylonie tous les livres d'où l'on pouvait tirer des renseignements propres à la composition de nouvelles tables astronomiques.

Le plus éminent de ces astronomes semble avoir été Nasser-Eddin, (1201-1274) qui était versé dans toutes les sciences, et dont les idées philosophiques se rapprochaient singulièrement, dit-on, de celles qui ont cours dans certaines écoles modernes. Il avait quitté la Babylonie, parce que le calife de ce pays lui avait manqué d'égards, et s'était réfugié chez les Mongols. — Nasser-Eddin a laissé divers ouvrages sur la philosophie, l'arithmétique, la géométrie, écrits en persan : ses observations de Meragah lui servirent à construire des Tables, dites Ilekaniennes, en l'honneur d'Houlagou-Ilekan. Pour construire ces Tables, qui ne diffèrent pas beaucoup de celles d'Ebn-Jounis, l'astronome avait demandé trente ans, il ne lui en avait été accordé que douze.

L'astronomie était une science populaire en Perse, c'est ce que nous apprend le voyageur Chardin, et ce qu'avait constaté avant lui le savant hollandais Olearius, qui visita

la Perse au XVIIe siècle. Néanmoins, après Nasser-Eddin, nous ne trouvons dans ce pays qu'un astronome, qui mérite d'être nommé : c'est Oloug-Beg, petit-fils (1393-1449) du sanguinaire Tamerlan. Déjà, celui-ci avait montré quelque goût pour les sciences, et son fils, Shah-Rokh, l'avait imité. Mais, à ce point de vue, Oloug-Beg l'emporta de beaucoup sur ses pères. Aux environs de Sarmarkand, il fit bâtir un observatoire colossal, possédant un quart de cercle mural ayant 60 mètres de rayon au moins. Ces dimensions colossales faisaient croire qu'il y avait une erreur d'interprétation et qu'il s'agissait en réalité d'un gnomon. Mais, dans ces dernières années, l'instrument d'Oloug-Beg a été retrouvé et n'a pas encore été, croyons nous, entièrement mis au jour. Sa description n'a pas été publiée, si ce n'est en russe, ce qui la rend inaccessible au plus grand nombre.

Oloug-Beg observait lui-même, et il a construit un catalogue qui donne les positions de 1018 étoiles, — Une partie de ses œuvres ont été mises à la portée des Occidentaux par l'Anglais John Greaves et par Sédillot. Flamsteed a réuni plusieurs catalogues anciens, dont celui d'Oloug-Beg au sien propre, dans son *Historia cœlestis britannica*. — La Société Royale Astronomique de Londres en a donné une autre édition en 1843.

La fin d'Oloug-Beg fut tragique ; son fils aîné, dont le nom était Abdallatif, le détrôna et le fit mettre à mort.

CHAPITRE IV

ASTRONOMIE LATINE AU MOYEN AGE

La destruction de l'Empire romain eut des suites désastreuses en Occident. La vie intellectuelle cessa, ou à peu près, dans nos contrées. Malgré ses efforts intelligents, Charlemagne ne put la ranimer, et Alcuin avait grande raison de lui dire : « Il ne dépend ni de vous ni de moi de donner au monde une Athènes chrétienne. »

Il faut distinguer dans le Moyen Age deux périodes, l'une qui va jusqu'à l'an 1000, est une des plus douloureuses qu'ait traversées le genre humain. A la misère matérielle vient s'ajouter la misère morale et intellectuelle. Sauf dans de rares monastères, il n'est plus question d'études littéraires et scientifiques. Dès le XIe siècle, les choses vont en s'améliorant; ce qu'on appelle la Renaissance est le fruit d'un arbre dont les racines ont mis plusieurs siècles à se développer.

Nous ne trouverons guère d'abord que des compilateurs d'ouvrages anciens, sur le compte desquels nous nous efforcerons d'être bref. Plus tard, nous aborderons des sujets d'étude plus intéressants.

Isidore de Séville. — Ce personnage, qui a été mis au nombre des saints, occupa pendant 35 ans, de 601 à 636, le siége épiscopal de la ville dont il porte le nom. — C'était un homme instruit qui connaissait le grec et

l'hébreu. — Mais l'esprit scientifique lui faisait à peu près complètement défaut.

Il a composé un certain nombre d'ouvrages, dont le principal a pour titre *Etymologies*. C'est une véritable encyclopédie, car l'auteur parle *de omni re scibili*. La grammaire, la rhétorique, les sciences mathématiques et astronomiques, la médecine et le droit, auquel l'auteur adjoint l'étude du calendrier ! Voilà ses premiers objets d'étude. — Viennent ensuite les sciences naturelles, la géographie, l'agronomie, et finalement Isidore en vient à nous enseigner l'art culinaire, le jardinage et l'équitation.

Et cet indescriptible amas de notions confuses et mal digérées a eu un véritable succès. Son auteur a été imité jusqu'au temps de saint Louis.

Dans un autre livre, le *De natura rerum*, Isidore a réuni les renseignements astronomiques dispersés en divers endroits de ses *Etymologies*. Son principal but, en somme, semble être de citer toutes les allusions que l'Ecriture ou les Pères ont pu faire à chacun des objets que le Ciel ou la Terre offrent à notre contemplation. Il nous est donc permis de ne pas nous y arrêter.

Pour en finir avec l'évêque de Séville, nous citerons un fait qui caractérise parfaitement la nature de son esprit. Les marées se font sentir dans le Guadalquivir (le Bœtis des Anciens) le flot monte même à 100 kilomètres en amont de Séville. Isidore était donc exceptionnellement bien placé pour étudier de *visu* ce grand phénomène. Il n'en a rien fait, et ce qu'il en dit, il l'emprunte à saint Ambroise, écho lui même de saint Basile.

Isidore de Séville fut, avec Pline, un des guides scientifiques des chrétiens occidentaux. Parmi ceux qui s'instruisirent à leur école, nous nommerons, Bède le Véné-

rable (672-735), prêtre anglo-saxon qui a écrit de nombreux ouvrages, dont l'un porte, comme celui d'Isidore, le titre de *De natura rerum liber*. Bède a beaucoup imité l'évêque de Séville, mais il est plus intelligent, il profite de ce qu'il habite à l'embouchure de la Wear pour étudier le phénomène des marées, et il constate des détails importants sur celles-ci. C'est ainsi qu'il sait que la marée ne se produit pas à la même heure sur toutes les plages que coupe un même méridien. Il possède la notion de ce que nous appelons *l'établissement de port*.

Rhaban-Maur, qui fut évêque de Mayence en 847, copia, lui aussi, Isidore de Séville et ne mérite guère qu'on parle de lui, Par contre, un esprit bien supérieur fut Jean Scot Erigène, dont la vie nous est d'ailleurs à peu près inconnue. C'était un Ecossais ou un Irlandais qui vint s'établir en France au temps de Charles le Chauve et fut protégé par ce prince. Jean Scot a beaucoup écrit, et, en tant que philosophe, c'était un néo-platonicien.

Erigène n'était pas, semble-t-il, très remarquable par ses connaissances en géométrie. Quoi qu'il en soit, en matière d'astronomie, il a fait de Mercure, de Vénus, de Mars et de Jupiter les satellites du Soleil qui tournait autour de la Terre ainsi que la Lune, Saturne et les étoiles fixes. — Sauf, en ce qui concerne Saturne, nous avons là le système de Tycho-Brahé. —

En somme, tous ces écrivains, qui reproduisaient plus ou moins les doctrines de Chalcidius, ne connaissaient sans doute pas les écrits originaux de celui-ci, mais ils s'inspiraient de deux auteurs qui vivaient au ve siècle de notre ère, Macrobe et Martianus Capella, sur le compte desquels nous ne nous étendrons pas beaucoup.

Disons toutefois que le premier avait composé un

Commentaire sur le songe de Scipion où il résume les principales hypothèses astronomiques des Anciens, en particulier celle d'Héraclide du Pont ; on y trouve d'ailleurs un reflet des superstitions populaires, c'est ainsi que pour lui, comme pour nos paysans bretons, la Voie lactée est la route que suivent les âmes qui ont quitté notre globe.

Mais si le livre de Macrobe a pu, dans une certaine mesure, contribuer à faire admettre le mouvement des planètes autour du Soleil, il a, d'autre part, répandu de fausses idées sur les marées. Il faut dire, à son excuse, qu'étant grand-maître de la garde-robe de l'empereur Théodore II, et, en cette qualité, habitant Constantinople, il était mal placé pour être renseigné sur ces grands mouvements de l'Océan. — Pour Macrobe, l'Océan est parcouru par des courants distincts, mais susceptibles de se heurter C'est de ce choc que naît le flux, auquel succède le reflux.

Cette idée fut recueillie par divers auteurs, et ceux-ci se montrent bien inférieurs à Bède le Vénérable qui avait au moins observé les faits et les avait notés avec exactitude. Mais quand on voit un Adélard de Bath, qui vivait en Angleterre au XIIe siècle [1], s'imaginer que la Lune n'a point d'action sur les eaux de la mer, car cette action se ferait sentir aussi sur celles des mers plus rapprochées de la zone torride, qui ne sont pas plus éloignées de la Lune, or « il n'y a, en ces mers, aucun mouvement alternatif, parce qu'ici fait défaut la cause que nous avons dite, le

[1] On lui doit la traduction en latin de certains ouvrages arabes ou traduits du grec en cette dernière langue. — Il a également composé quelques ouvrages originaux.

concours de bras de mer qui s'enfoncent dans la masse des terres », on doit s'avouer qu'on avait fait beaucoup de chemin en arrière, depuis 500 ans.

On avait vu d'ailleurs, toujours sur cette même question, d'autres idées bien extraordinaires. Pour Paul Diacre (720-778) historien des Lombards, les marées ont pour cause un gouffre très profond, voisin des côtes norvégiennes, qui alternativement absorbe et revomit les flots. — Ce gouffre existe en effet, on l'appelle le Maelstrom, mais Paul Diacre prend l'effet pour la cause, et il imagine qu'il y a, dans d'autres régions, des gouffres analogues. Il en suppose même dans la mer Adriatique, où, comme on sait, il existe une marée sensible.

Quels étaient les instruments dont faisaient usage les astronomes dont nous venons de parler, musulmans, juifs, ou chrétiens ?

Ils ne différaient pas essentiellement de ceux d'Hipparque ou de Ptolémée, l'astrolabe leur servait à prendre mesure des distances qui séparaient les astres les uns des autres, et, par conséquent, leurs positions relatives, mais il nous faut dire quelques mots de ceux qui leur servaient à déterminer l'heure de leurs observations, ce qui est indispensable pour qu'on puisse en tirer parti. De tout temps une « horloge » quelle que soit d'ailleurs sa nature, a été absolument indispensable dans un observatoire.

Aussi, l'emploi de ces instruments est-il aussi ancien que la création de la science astronomique. Les Chaldéens, qui sont les plus anciens astronomes que nous connaissions, mesuraient les intervalles de temps au moyen de clepsydres, sur les descriptions desquelles nous ne nous étendrons pas. Quant à l'heure absolue qui en somme, était la donnée dont ils avaient besoin, ils l'obtenaient en com-

binant les indications des clepsydres avec celles des cadrans solaires, qui sont aussi d'invention chaldéenne, car on l'attribue au prêtre babylonien Bérose, qui vivait un peu après l'époque d'Alexandre. Le cadran primitif semble avoir été ce qu'on appelait la scaphé (barque) c'est à dire une demi-sphère concave dont un diamètre se confondait avec la ligne des pôles, le déplacement de l'ombre d'une tige confondue avec ce diamètre était proportionnel au temps. — Cette première forme se modifia avec le temps, et l'on eut des cadrans solaires d'espèces bien diverses, qui, jusqu'à ce qu'on fût arrivé à pourvoir de lunettes les quarts de cercle, furent indispensables pour la détermination de l'heure.

A cette époque, les clepsydres avaient été remplacées par les horloges formées de pièces solides, mais ce n'est pas à beaucoup près dès leur origine que celles-ci, qui sont très anciennes, puis qu'on voit Haroun-al-Raschid en envoyer une en présent à Charlemagne, purent être employées dans les observatoires. Ce qui les rendait impropres à cet usage, c'était l'irrégularité de leur échappement, qui était celui qu'on appelle aujourd'hui l'échappement à roue de rencontre. Lancée avec une force variable, puisque c'était celle du poids moteur transmise par un rouage dont les roues ne pouvaient être pourvues de dents identiques les unes aux autres, la roue de rencontre arrêtait le mouvement à des intervalles inégaux, et bien que Tycho-Brahé, le landgrave de Hesse aient fait usage de telles horloges, ils n'ont pu s'en dissimuler les imperfections. Il fallut encore plus d'un demi-siècle pour que, grâce à Galilée et à Huyghens, les astronomes fussent en possession d'un appareil irréprochable de mesure du temps.

Mais le plus nécessaire pour les hommes studieux de l'Europe occidentale, c'était de se remettre en contact avec la science antique. Tous les livres scientifiques étaient alors écrits en grec, et cette langue était beaucoup moins familière à nos aïeux que le latin ; en outre, ils étaient beaucoup trop rares chez eux pour que ceux qui désiraient s'instruire le pussent facilement. Ils n'auraient guère eu d'autre moyen pour satisfaire leur goût que de se rendre à Constantinople, ce qui était un lointain et périlleux voyage, après lequel on courait le risque d'être fort mal reçu, car les chrétiens grecs abhorraient les Latins, si, par bonheur, les Arabes, au moins ceux qui appartenaient aux classes cultivées, ne s'étaient montrés plus tolérants. Ils admettaient volontiers, nous l'avons dit, que les chrétiens vinssent s'asseoir à côté d'eux sur les bancs de leurs écoles, et ils leur communiquaient volontiers leurs livres. On sait qu'ils avaient traduit en leur langue à peu près tous les ouvrages scientifiques ou philosophiques composés par les anciens Hellènes.

Aussi le voyage relativement court d'Espagne fut fait par un certain nombre d'hommes curieux de se remettre en contact avec la science antique, ils apprirent l'arabe et traduisirent en latin les versions faites en cette langue des anciens chefs d'œuvre grecs. Parmi ces pélerins de la science, il faut nommer au premier rang Gérard de Crémone, à qui nos aïeux ont dû de pouvoir livre *l'Almageste.*

Ce savant vivait au XIIe siècle ; il mourut en 1184 ou 1187. — Voici un document plein d'intérêt qui le concerne ;

« Dès l'enfance, il avait été élevé dans le giron de la Philosophie ; il en avait appris toutes les parties selon l'enseignement des Latins ; mais l'amour de *l'Almageste,*

qu'il ne put aucunement trouver chez les Latins, le conduisit à Tolède. Là, lorsqu'il vit quelle était l'abondance des ouvrages écrits en langue arabe qui existaient sur chaque matière, il eut pitié de la pénurie de livres dont souffraient les Latins, pénurie qu'il avait connue ; et, dans son désir amoureux de les traduire, il apprit la langue arabe. Il fut ainsi pénétré des deux connaissances indispensables, celle de la science et celle de la langue. Ahmet le dit en effet, en son livre *De proportione et proportionalitate* : « Il faut que l'interprète, outre la connaissance parfaite des deux langues, de celle qu'il traduit et de celle en laquelle il traduit, soit expert en l'art sur lequel porte l'ouvrage qu'il traduit. » Il se mit alors à passer en revue toute la littérature arabe, à la façon prudente d'un homme qui se promène en de vertes prairies et qui ne cueille pas toutes les fleurs, mais tresse une couronne des plus belles. Il choisit donc, en chaque ordre de matières, les livres qui lui parurent les plus élégants ; il commença de les transmettre à la langue latine, comme à son héritière chérie, en leur donnant la forme la plus claire et la plus intelligible qui fût en son pouvoir ; il ne s'arrêta plus tant que dura sa vie. A l'âge de soixante-treize ans il entra dans le chemin que doit prendre toute chair ; c'était en l'année 1187 de N.-S. J.-C. »

Gérard de Crémone a traduit de l'arabe en latin soixante quatorze ouvrages différents, ayant pour auteurs originaux des Grecs ou des Arabes. — Une grande partie des œuvres d'Aristote, d'Archimède, Euclide tout entier, des traités de médecine, issus de la plume d'Hippocrate, de Galien ou de Rhazès, et nous ne les nommons pas tous, enfin, la traduction de l'œuvre magistrale de Ptolémée, de l'Almageste, voilà ce dont l'Occident fut redevable à

ce modeste traducteur [1], dont la vie de labeur a été admirablement remplie.

Une autre grande école de traducteurs se forma en Provence et en Languedoc. Dans ces pays, les Juifs étaient nombreux, et, ainsi que les chrétiens, ils se sentaient animés du désir de s'instruire. Parmi eux, il y en avait qui s'efforçaient de s'approprier les doctrines des anciens Grecs, tout en tâchant de concilier ces doctrines avec leurs dogmes religieux. Ils traduisirent d'arabe en hébreu bon nombre des ouvrages provenant de la vieille Grèce ; mais ils ne s'en tinrent pas là, et il leur arriva souvent de s'associer avec des chrétiens. Il en résulta des traductions en latin obtenues par le procédé suivant : le Juif traduisait verbalement le texte arabe en langue vulgaire, autrement dit, en provençal, et le chrétien, à son tour, mettait en latin la phrase qu'il venait d'entendre. A agir de la sorte, on risquait sans doute de multiplier les erreurs, mais il n'y avait pas moyen de faire mieux.

Une famille juive, celle des Ibn Tiddon, dont les principaux membres vécurent au XIIIe siècle, se distingua dans ce genre de travaux. Ils y étaient encouragés par l'empereur d'Allemagne Frédéric II, ce contemporain de saint Louis qui avait des opinions qu'on peut qualifier de voltairiennes, et en même temps éprouvait pour les sciences un très vif penchant. Ce prince fit traduire une

[1] Gérard de Crémone s'est aussi montré auteur original. Il a composé quelques tables astronomiques, ainsi qu'une *Théorie des planètes*, destinée à être le préliminaire de l'étude du grand livre de Ptolémée.

On a souvent confondu l'homme dont nous venons de parler avec Gérard de Sabbionetta, qui vécut au siècle suivant, et qui s'occupa surtout d'astrologie.

nouvelle fois l'*Almageste* en latin, toujours d'après la version arabe. C'est vers l'année 1236 que cette traduction fut faite, mais nous ne savons pas quel en fut l'auteur. Toutefois, il semble bien probable que cet auteur devait être un des Juifs dont nous venons de parler, peut-être Jacob d'Anatoli, qui, à coup sûr, avait mis en hébreu le livre de Ptolémée.

Un autre rabbin juif, appartenant à la même famille, mérite d'être nommé. Il s'appelait Jacob ben Makir, mais il est surtout connu par le surnom que lui avaient donné les chrétiens, celui de Profatius. Il mourut dans le premières années du XIVe siècle, âgé d'environ soixante-dix ans.

Il traduisit en hébreu des ouvrages intéressants pour les naturalistes, comme l'*Histoire des animaux* d'Aristote, mais ce qui nous intéresse davantage, c'est sa traduction des *Eléments* d'Euclide, et celle du *Résumé d'astronomie* d'Alhazen, qu'il entreprit à la demande d'un de ses coreligionaires, venu de fort loin. Les Juifs de ce temps étaient fort curieux d'astronomie.

Profatius s'intéressait vivement aux observations, aussi, s'est-il beaucoup occupé des instruments astronomiques, et il a traduit plusieurs ouvrages qui se rapportent à ces appareils. Notamment, il a fait traduire en latin, par le procédé que nous avons indiqué plus haut, un ouvrage d'Arzachel sur l'astrolabe universel. D'autre part, il a fait une œuvre personnelle en composant un *Traité du quadrant* [1].

[1] A propos des instruments d'observations, rappelons que Gerbert, avant d'être élevé au souverain pontificat, avait composé un *Liber de astrolabio*, ou *Liber de utilitatibus astrolabii*, inspiré de la lecture des écrivains arabes. On jugea que ce livre

Pour en finir avec les Juifs astronomes du midi de la France, il nous reste à dire quelques mots de Lévi ben Gerson, plus connu sous le nom de Léon le Juif, qui mourut vers 1344, âgé d'environ cinquante-six ans, et qui semble avoir passé la plus grande partie de sa vie dans les Etats du pape, qui alors résidait à Avignon.

Philosophe et astronome, Léon le Juif n'était pas un pur théoricien. Il s'occupa à construire des tables astronomiques, et aussi des instruments. C'est à lui qu'on doit l'*arbalestrille* ou *bâton de Jacob*, dont, à tort, on a attribué l'invention à Régiomontanus, et dont les navigateurs portugais et espagnols ont su faire le plus fructueux emploi.

Des Juifs, revenons maintenant aux astronomes chrétiens, Dominicains et Franciscains.

Il n'est pas absolument exact, comme on l'a dit très souvent, qu'au Moyen Age la science n'ait trouvé d'asile que dans les cloîtres. Il y avait des prêtres séculiers, et même des laïques, qui étaient des hommes instruits et studieux ; néanmoins, ce sont les ordres religieux qui ont fourni le plus grand nombre des savants de cette époque, et nous allons, en peu de lignes, parler de ceux qui ont appartenu à l'ordre de saint Dominique ou à celui de saint François. Commençons toutefois par dire que parmi eux, nous trouverons plutôt des philosophes et des physiciens que des astronomes proprement dits.

manquait de clarté et un moine natif de Reichenau, Hermann, surnommé *Contractus* à cause de ses infirmités, et qui vécut de 1013 à 1054, à la demande du célèbre Bérenger de Tours, composa un *Liber de compositione astrolabii*, où il indique, non seulement les usages de l'astrolabe, mais encore la façon de le construire.

C'est ainsi qu'Albert le Grand (1193-1280) a été, pour son époque, un savant un universel qui a beaucoup écrit, bien que ses fonctions de provincial des Dominicains et plus tard d'évêque de Ratisbonne aient dû lui prendre beaucoup de temps. Les œuvres complètes ne forment pas moins de 21 volumes in folio, mais on y trouve assez peu de choses originales.

Il semble que le système d'Al-Bitrogi ait vivement attiré son attention, et, comme, paraît-il, il possédait la langue arabe, il se peut qu'il ait lu le texte original de cet auteur, dont, toutefois, il n'a peut-être pas saisi pleinement la pensée. Le système d'Al-Bitrogi lui est apparu comme un essai destiné à expliquer tous les mouvements célestes au moyen d'un moteur unique, qui mettrait en marche la neuvième sphère, d'où le mouvement diurne. Ce mouvement se transmettrait de chacune des sphères à la suivante, chacune tournant autour de ses pôles particuliers, mais avec un retard d'autant plus grand que la sphère en question serait plus éloignée de la neuvième. La simplicité de ce système semble avoir séduit l'esprit du grand Dominicain, qui le préfère aux systèmes péripatéticien et néoplatonicien qui attribuent à chaque orbite une intelligence capable d'en diriger le mouvement propre. En somme, Albert a contribué grandement à populariser le système d'Al-Bitrogi, mais sous une forme réduite et simplifiée à l'excès. Cette simplification a d'ailleurs été telle qu'Albert a beau jeu à déclarer que le système de l'astronome arabe ne suffit point à représenter la marche compliquée des planètes.

En résumé, Albert prend parti pour l'Astronomie de Ptolémée. Vincent de Beauvais (1190-1264) qui appartint aussi à l'ordre de saint Dominique, fut confesseur

de saint Louis et devint évêque de Beauvais. Il nous retiendra peu, car il n'a guère été qu'un compilateur, ayant publié une vaste encyclopédie qui donne le résumé à peu près complet de ce que l'on savait au milieu du XIIIe siècle et où l'on trouve surtout la citation de nombreux passages des savants qui l'ont précédé. Le savant Dominicain n'a pas la prétention d'être un esprit original. Quand il expose la doctrine d'Al-Bitrogi, il s'inspire visiblement d'Albert le Grand.

Saint Thomas d'Aquin (1226-1274) était un esprit d'une bien autre envergure. Disciple, lui aussi, d'Albert, il sut s'affranchir de son influence, et, peu à peu, se mit à penser par lui-même. En fait, il semble bien avoir été en suspens entre la Physique d'Aristote et l'Astronomie de Ptolémée, et, vers la fin de sa vie, on est tenté de croire que c'est à ce dernier qu'il donnait raison.

Les autres Dominicains dont on pourrait avoir à s'occuper dans un ouvrage plus étendu que celui-ci, Ulrich de Strasbourg, Bernard de Trille et Thierry de Saxe lui-même, qui fut cependant un véritable physicien, qui a, nous l'avons dit, su expliquer le phénomène de l'arc en ciel, n'ont guère été versés dans les études astronomiques, et il nous semble suffisant d'avoir rappelé leurs noms.

La plupart des Franciscains qui se sont illustrés par leurs travaux intellectuels n'étaient guère familiers non plus avec la science des astres. Mais l'ordre de saint François a compté parmi ses membres un homme qui est une des principales gloires scientifiques du Moyen Age et qui mérite une mention spéciale. Il s'agit de Roger Bacon.

Cet homme illustre naquit en 1214 en Angleterre, il

mourut à Oxford en 1294. Il fit ses études à Paris, et revint en 1240 dans son pays. Ce fut sans doute un malheur pour lui d'avoir choisi l'ordre de Saint-François, où il eut toutes sortes de persécution à endurer, sans doute parce que cet ordre se recrutait surtout parmi les hommes doués d'une vive imagination plutôt que parmi ceux ayant des aptitudes réelles pour les sciences de la nature. Pareille infortune arriva plus tard à Rabelais.

Laissons de côté ses travaux sur l'optique, qui se trouvent dans son *Opus Majus*, et ne le considérons que comme astronome.

A diverses reprises, il se préoccupa vivement, comme beaucoup d'autres hommes d'Eglise, de la question du calendrier, auquel il a consacré un traité spécial, composé en 1263. Ce n'est pas de sa faute si, dès son époque, le Saint-Siège n'a pas fait la réforme de la manière de compter les temps. Mais l'époque n'était pas favorable, et les connaissances scientifiques que l'on avait alors étaient trop incertaines C'est ainsi que Bacon lui-même ne sait pas trop s'il faut admettre comme Ptolémée, que la sphère des étoiles fixes fait une révolution complète en 36.000 ans, ou si, comme Thâbit ben Kourrah, on ne doit pas recevoir le mouvement d'accès et de recès.

En somme, Bacon reste dans l'incertitude sur le système auquel, parmis ceux qu'ont proposés ses prédécesseurs, il doit se rallier.

Joannes de Sacro-Bosco. — Ce contemporain des hommes illustres qui viennent de nous occuper a été surtout un auteur de traités élémentaires, mais ces traités ont eu une grande et longue influence sur l'enseignement, nous ne pouvons donc les passer sous silence.

Cet écrivain était un Anglais, ayant pour prénom John et originaire de Holywood. De là le nom sous lequel il est universellement connu.

Celui de ses ouvrages qui intéresse les astronomes a pour titre *Sphæra* ou *Sphæricum opusculum*. Le succès en a été immense, les manuscrits en sont très nombreux ; dès l'année 1472, on le voit reproduit par la presse, et, à cette première édition, il en succéda une multitude d'autres. Au XVII[e] siècle, c'est Duhem qui nous l'apprend dans certaines écoles allemandes ou hollandaises, la *Sphæra* était encore le manuel mis entre les mains des écoliers.

Et, cependant, il n'y avait là qu'un opuscule des plus médiocres.

Notons que l'auteur est un fidèle disciple de Ptolémée, et qu'il semble ignorer à peu près les Arabes

On sait fort peu de chose sur Sacro-Bosco, qui vivait vers le milieu du XIII[e] siècle et fut, dit-on, docteur de Paris.

Il a composé d'autres ouvrages : un *Algorismus*, ou traité d'arithmétique, dont le succès a été presque aussi grand que celui de la *Sphæra*, et un *Computus ecclesiasticus* qui fut composé en 1244.

A côté de cet heureux vulgarisateur, et bien après lui, vécurent à Paris de véritables astronomes, laborieux savants dont le nom est à peu près inconnu, ce qui est une véritable injustice.

Parmi ces savants, nous nommerons d'abord Jean de Sicile[1], qui, vers 1290, publia à Paris une exposition

[1] L'Université de Paris, la plus renommée et la plus ancienne de l'Europe, comptait, parmi ses étudiants comme parmi ses maîtres, un grand nombre d'étrangers, parfois venus de fort loin.

des principes sur lesquels repose la construction des *Tables de Tolède,* œuvre d'Arzachel, et qui étaient les plus modernes parmi celles dont on faisait usage à Paris, où l'on ne connaissait pas encore les *Tables Alphonsines*. Jean de Sicile fait d'ailleurs la critique de ces principes, et n'hésite pas à regarder comme dénuée de fondement l'hypothèse de l'accès et du recès. Il en revient aux théories de Ptolémée.

Guillaume de Saint-Cloud a composé un *Almanach* donnant les positions des planètes pendant vingt années à partir de 1292, et un *Calendrier de la Reine Marie* qui date de 1296. La princesse à qui cet ouvrage fut dédié était la seconde femme de Philippe III le Hardi.

On sait fort peu de chose sur Guillaume de Saint-Cloud, et cela est regrettable, car il semble avoir exercé une profonde et durable influence sur les astronomes de l'école de Paris et avoir même été un des fondateurs de cette école.

Guillaume était observateur. C'est ainsi qu'en 1290 il a déterminé l'obliquité de l'écliptique et l'époque de l'équinoxe du printemps. L'exactitude des résultats qu'il a obtenus lui fait le plus grand honneur.

C'est à lui qu'on doit d'avoir remplacé l'observation directe du Soleil, si pénible parfois dans le cas des éclipses, par l'observation faite à l'aide de la chambre obscure :

« Que dans une maison close, conseille-t-il, on fasse un pertuis au toit ou à la fenêtre, vers la partie du ciel où l'éclipse doit paraître, que ce pertuis ait la même largeur que le pertuis par où l'on tire le vin d'un tonneau. La lumière du Soleil entrant par là, on placera, à la distance de vingt ou trente pieds du pertuis, quelque chose

de plan, par exemple un ais, de manière que la lumière tombe perpendiculairement sur cette surface. La lumière y paraîtra ronde, quand même le pertuis serait anguleux. Elle sera plus grande que le pertuis et d'autant plus grande que la surface plane aura été reculée davantage, mais elle sera plus faible que si on place plus près cette surface. »

Henri de Bates, né à Malines en 1244, fit un séjour à Paris qui dura plusieurs années. Ce fut surtout un astrologue, mais on lui doit une *Description magistrale de l'astrolabe*, et un *Traité sur les défauts des Tables Alphonsines*.

Jean de Murs mérite qu'on s'y arrête plus longuement. C'était un Normand, originaire du diocèse de Lisieux. En 1318, on le voit, à Evreux, recommencer le travail de Guillaume de Saint-Cloud, et déterminer de nouveau l'époque de l'équinoxe de printemps, et il nous explique très en détail comment il s'y est pris. Il trouva que l'équinoxe était arrivé le 12 mars (le calendrier n'était pas encore réformé) à 16 h. 40 m.

Jean de Murs fut associé de la maison de Sorbonne ; mais tout en consacrant une partie de son temps à la théologie, il n'en resta pas moins fidèle aux sciences mathématiques, et notamment à l'astronomie. Il s'occupa aussi de musique, et on lui doit une *Musica speculativa*, d'après Boëce, qui fut extrêmement lue au Moyen Age. Il est aussi l'auteur d'un grand traité d'arithmétique.

Ce qui nous intéresse le plus, ce sont ses *Canones* pour le calcul des éclipses.

Comme tous ses contemporains, Jean de Murs croyait à l'astrologie. Aussi, sachant que, le 8 juin 1357, il y aurait une conjonction de Jupiter et de Mars dans le

signe du Cancer, « sur les terres de Saturne », planète qui domine la France, comme Jupiter l'Angleterre et Mars l'Allemagne, il en conclut que notre pays est menacé d'un grand danger, et il invite le pape Clément VI à s'efforcer de prévenir, par un secours efficace, les périls imminents qu'il prévoit.

La croyance à l'influence des astres sur les phénomènes météorologiques, qui vaut aux astronomes tant de questions fastidieuses, ne date pas d'hier. Aussi, l'on voit un astronome du XIVe siècle, Firmin de Belleval donner un traité *De mutatione aeris*, ou, comme on l'appela, le *Colliget Astrologiæ*.

Nous n'en parlerons pas ; il y a plus d'importance à rappeler que Firmin de Belleval, conjointement avec Jean de Murs, tenta de réformer le calendrier. Sur l'ordre du pape Clément VI, ils écrivirent en commun un ouvrage sur cette réformation, qu'ils se déclarent prêts à exécuter, si le Saint-Père le désire. Par malheur, les choses n'allèrent pas plus loin, et c'est une chose fort regrettable, car nos deux astronomes étaient en possession de toutes les données nécessaires pour faire une œuvre, sinon parfaite, au moins bonne et utile. Mais bien du temps devait s'écouler, bien des savants devaient renouveler les vœux de Jean de Murs et de Firmin de Belleval avant que cette grande réforme se fît.

Jean des Linières ou des Lignières, auquel M. Bigourdan a consacré un certain nombre de pages intéressantes publiées dans les *Comptes Rendus* de l'Académie des Sciences, était un Picard, natif du diocèse d'Amiens. Ses écrits furent, au Moyen Age, extrêmement répandus. Parfois, on a donné des titres différents à deux copies d'un même ouvrage dû à sa plume, d'autre part, il est

arrivé qu'on a considéré comme œuvres différentes deux chapitres d'un de ses livres, etc. De tout cela, il est résulté une confusion que, de nos jours, on a eu quelque peine à débrouiller.

Il s'est occupé à la fois d'Astronomie pratique et de théorie. Au premier point de vue, il a composé de grandes Tables astronomiques, des Canons adaptés à l'usage de ces Tables, une description de l'astrolabe universel. Dès 1320, il avait exécuté tous ces travaux.

Un très grand mérite de Jean de Linières, qu'il importe de rappeler pour l'honneur de sa mémoire, c'est d'avoir été le premier en Europe, semble-t-il, à rectifier les positions d'étoiles dues à Hipparque. On lui doit un catalogue donnant les longitudes et les latitudes de 46 belles étoiles, l'équinoxe est celui de l'année 1350, et un de ses élèves, dont le nom est inconnu, a ramené ces données à l'année 1364 [1].

Enfin, mentionnons sa *Theorica planetarum*, qui est un exposé sommaire des mouvements planétaires tels que les figure le système de Ptolémée, que Jean de Linières admettait sans contestation.

Les manuscrits de cet auteur, conservés dans les principales bibliothèques européennes, à Paris, à Londres, à Munich, à Padoue, etc., sont excessivement nombreux.

Jean de Lignières forma, directement ou non, de nombreux élèves parmi lesquels figure au premier rang Jean de Saxe [2], dont la nationalité, malgré le nom qu'on lui donne, n'est pas bien certaine.

[1] Cf. *Comptes-Rendus*, n° du 20 décembre 1915.

[2] Il ne semble pas qu'au Moyen-Age il y ait eu un prénom plus communément porté que celui de Jean. Lorsqu'il s'agit

Cet astronome composa des canons sur les *Tables Alphonsines*, qui eurent le succès le plus durable, car, en 1483, ils furent imprimés.

En 1355, il publia, à l'usage des étudiants en astronomie, un recueil d'exercices destinés à les familiariser avec l'emploi des canons et des tables du premier mobile que Jean de Linières avait donnés en 1322.

Jean de Saxe avait une profonde vénération pour la mémoire de ce dernier, à propos duquel il a écrit : « *Non fuit mortuus, qui scientiam vivificavit* » ; et c'est par un éloge de Jean de Linières que commence son ouvrage.

Le fait qu'un livre s'adressait spécialement à ceux qui venaient à Paris pour étudier la science des astres prouve que les étudiants de cette catégorie étaient nombreux : mais il ne faut pas se le dissimuler, leur but n'était pas tant de s'approprier les secrets de la science que d'apprendre l'art d'en tirer parti. Autrement dit, bien plutôt qu'astronomes, ils voulaient devenir astrologues, et vivre grassement en tirant des horoscopes.

Jean de Saxe n'y trouvait d'ailleurs rien à redire, quoique, pour son compte, il déniât à l'astrologie judiciaire le degré de certitude auquel peut prétendre la véritable Astronomie, et il a composé lui-même plusieurs ouvrages astrologiques.

de Français, cela s'explique assez naturellement par ce fait que, dans notre pays, le christianisme a été apporté par des disciples immédiats de saint Jean, mais, pour les autres contrées, on ne voit pas le motif de cette préférence. — Parmi les disciples de Jean de Linières, on trouve encore un Jean de Gênes, qui composa des *Canones eclipsium*, et fut peut-être médecin du pape Clément VI.

Jean Buridan, dont le nom est populaire encore aujourd'hui, bien que la plupart de ceux qui le prononcent n'aient aucune idée de sa personne et de ses mérites, fut un des plus illustres professeurs de l'Université au XIVe siècle. Il était né à Béthune à une date inconnue, mais sous le pontificat de Jean XXII, qui dura de 1316 à 1334, on le voit faire un voyage à Avignon, alors résidence du pape, et il fut grandement frappé par l'aspect des montagnes, si différentes de ce qu'il avait pu voir en son pays. Notamment, il fit l'ascension du mont Ventoux.

Buridan fut surtout un philosophe et un physicien, et il commenté un grand nombre des ouvrages d'Aristote, notamment sa *Météorologie*. Mais, et on sera peut-être surpris de l'apprendre, c'est en commentant la Métaphysique du Stagirite qu'il nous fait connaître ses doctrines astronomiques. Celles-ci, on doit le dire, manquent de précision, et Buridan n'est même pas bien sûr de la réalité du phénomène de la précession des équinoxes.

A partir de l'année 1358 aucun document ne nomme plus Buridan. On a cru qu'il avait quitté Paris pour aller mourir à Vienne, mais rien n'est moins prouvé. Ce qui est certain, c'est que, soit par ses livres, soit par l'enseignement des disciples qui étaient venus se former à son école, il a exercé une immense influence sur la vie scientifique de la capitale autrichienne. Les Allemands qui se distinguèrent comme astronomes vers le temps de la Renaissance, avaient, peut-être sans s'en douter, le philosophe de Béthune comme premier maître, et c'est un grand honneur pour lui.

Nicole Oresme. — Celui-ci ne fut pas un pur savant de cabinet et un professeur ne connaissant rien du monde

au delà des murs de son collège. Il vécut, en effet, dans la haute société de son temps, et avait été précepteur du duc de Normandie, héritier de la couronne ; les mérites du roi Charles V lui reviennent donc en partie.

Né vers 1323, Oresme était originaire de Normandie et il semble avoir toujours conservé l'amour de son pays natal. Toujours est-il que ses principaux bénéfices étaient situés dans cette province, qu'en 1362, on le voit chanoine de Rouen, et, en 1364, il devient doyen du chapitre. En 1377, il est nommé évêque de Lisieux et il meurt dans cette dernière ville le 11 juillet 1382.

D'autre part, il était encore très jeune quand il fut nommé grand-maître du collège de Navarre (1356).

Nicole Oresme a beaucoup écrit, soit en français, soit en latin. Laissant de côté ses ouvrages théologiques, nous dirons qu'on peut le regarder comme le prédécesseur de nos économistes modernes et qu'il a écrit sur la question des monnaies un livre que Wolowski a réédité en 1864, et qui venait à une heure opportune, car on sait que Philippe le Bel est loin d'avoir été le seul, parmi les princes de son temps, qui ait mérité le surnom de faux-monnayeur. D'une manière générale, en ce qui concerne les choses administratives, le roi consultait son ancien maître, suivait ses conseils, et s'en trouvait bien le plus souvent.

Ce qui nous intéresse plus directement, c'est qu'Oresme était un mathématicien de grand mérite, qui fut le précurseur de Descartes, car c'est lui qui a imaginé de représenter la position d'un point d'un plan par des coordonnées rectilignes ; de même, en cinématique, il a ouvert la route à Galilée.

Charles V lui avait fait traduire divers ouvrages d'Aris-

tote, notamment le *De Cœlo et Mundo*, mais cette traduction n'a jamais été imprimée.

En 1377, Oresme composa un *Traité du ciel et du monde*, également resté inédit, mais qui est une œuvre d'une haute importance. Un autre ouvrage également écrit en français, le *Traité de la sphère*, avait été publié à une époque antérieure, et a été imprimé deux fois. C'est un livre écrit, nous dit l'auteur, « pour tout homme qui est de franche condition et de noble engin,... sans me trop arrêter ès démonstrations et ès subtilitez qui appartiennent aux astronomiens. » C'est donc un livre propre à faire juger ce qu'était à Paris, sous le règne de Charles V, l'enseignement élémentaire de l'Astronomie.

Oresme y admet sans discussion le système de Ptolémée, mais, pour le présenter, il use des agencements d'orbites imaginés par Al-Bitrogi et mis en vogue par Frère Bernard de Verdun [1]. Si toutefois on s'en rapporte au *Traité du ciel et du monde*, il semble qu'il n'ait pas été loin d'adhérer à l'hypothèse proposée par Héraclide du Pont pour représenter les mouvements de Mercure et de Vénus.

Un autre astronome qui, vers la même époque, joua un rôle de quelque importance est Pierre d'Ailly (1350-1425), qui fut tour à tour chancelier de l'Université de Paris en 1389, évêque du Puy et, plus tard, de Cambrai, enfin, en 1411, cardinal. C'était un homme doué d'une grande activité, écrivant sur une multitude de sujets, ce

[1] Bernard de Verdun était un franciscain du XIIIe siècle qui écrivit pour réfuter Bacon, auquel, du reste, il emprunta son savoir, et qui a grandement contribué au triomphe du système de Ptolémée dans son ordre et dans l'Université de Paris.

qui lui valut le surnom de l'*Aigle de France*, (Bossuet ne fut que l'*Aigle de Meaux* !) Non content d'être un des savants les plus en vue de son temps, il joua un rôle non sans importance dans les démêlés du grand schisme d'Occident.

Nous n'avons à considérer en lui que l'astronome.

En cette qualité, il a été peu original, il se montre plutôt érudit, et, en effet, il avait beaucoup lu et beaucoup retenu. Il est souvent inspiré par les souvenirs de ses lectures et pas toujours heureusement : c'est ainsi qu'il fait à Al-Bitrogi les mêmes reproches qu'Albert le Grand et Albert de Saxe[1], sans paraître se douter qu'il combat, non pas le véritable système de l'astronome arabe, mais ce système étrangement simplifié, et même dénaturé.

Ajoutons, et cela n'est pas surprenant pour un homme de son époque, qu'il était aussi astrologue, et, nous voyons dans l'*Histoire de France* de Henri Martin, qu'on doit reconnaître qu'il fit au moins une prédiction qui se vérifia à la lettre ; c'est que « si le monde durait jusqu'en 1789, il y aurait alors de grands changements, principalement quant aux lois. » — (*Si mundus usque ad illa tempora duraverit, multæ tunc magnæ et mirabiles alterationes mundi et mutationes futuræ sunt et maxime circa leges*) [2].

[1] Albert de Saxe, qui vivait vers le milieu du XIVe siècle, fut recteur de l'Université de Paris ; il a composé des *Subtilissimae Questiones in libros de Cœlo et Mundo*, qui semblent avoir eu un grand succès.

[2] Que les partisans de l'Astrologie judiciaire, s'il y en a encore, ne se hâtent pas de triompher. Deux siècles plus tard, un homme bien supérieur à Pierre d'Ailly, Robert Napier,

Pierre d'Ailly, grâce à ses connaissances astronomiques, devait, plus qu'un autre, être scandalisé par l'imperfection du calendrier, et il adressa, à ce sujet, une lettre intéressante au concile qui se réunit à Constance en 1414.

Il y rappelle que, selon Eusèbe, l'Eglise veillait jadis avec le plus grand soin à l'observation de la Pâque, du jeûne, du carême, et des autres fêtes solennelles... mais aujourd'hui, quelle honte ! — Les ministres de l'Eglise, et ceux surtout à qui il incombe de pourvoir à ces observances, font preuve de la plus coupable inertie. Aussi, depuis bien des années, au grand scandale de l'Eglise, les erreurs du calendrier nous font-elles violer la célébration de la Pâque, ainsi que les fêtes et observances qui lui sont rattachées.

Le calendrier dont l'Eglise fait usage est entaché de trois erreurs principales, dont la première consiste à admettre que la durée de l'année est exactement 365 jours et un quart. Or, la véritable durée est sensiblement moindre. La valeur qu'on tient, de nos jours, pour la plus exacte, est celle qu'a donnée Alphonse, à savoir : $5^h\ 49^m\ 16^s$ au lieu de 6 heures. — Ainsi la véritable durée de l'année diffère de celle que l'on adopte généralement d'un peu plus d'un sixième d'heure.

De cette première erreur découle la seconde, consistant en ce que les équinoxes, les solstices, etc., montent constamment dans le calendrier, d'un jour tous les cent trente-quatre ans.

La troisième erreur porte sur la détermination du pre-

l'inventeur des logarithmes, se mêla, lui aussi, d'astrologie, et il annonça la fin du monde pour l'année 1786 et plutôt avant qu'après. On voudra bien admettre qu'il s'est trompé.

mier jour de chaque lunaison, détermination que le nombre d'or marque dans notre calendrier, à l'aide du cycle de dix-neuf ans.

« Ces erreurs, dit Pierre d'Ailly, on avait négligé de les corriger, soit parce qu'elles n'étaient pas alors aussi grandes qu'à présent, car elles grandissent sans cesse ; soit à cause d'une longue habitude dont le changement eût pu provoquer le scandale d'une dispute ; soit encore parce qu'au début, la science astronomique ne fut guère coutumière aux chrétiens ; on peut même dire qu'à la primitive Eglise, elle parut quelque peu digne de haine. »

Mais aujourd'hui, les circonstances sont plus favorables ; en conséquence, Pierre d'Ailly s'adressant aux plus hautes autorités ecclésiastiques, leur demande instamment de vouloir bien s'occuper de la réforme du calendrier.

Ce fut en vain, le pape Jean XXIII décréta bien certaines corrections relatives au nombre d'or et à la fixation du jour de Pâques, mais ce fut tout, et on ne s'occupa point encore de la réforme du calendrier solaire.

L'Astronomie Italienne

Il aurait semblé que, grâce à l'initiative de Gérard de Crémone, c'est dans la péninsule italienne que la science des astres aurait dû faire les plus grands progrès, qu'on aurait dû rencontrer les astronomes les plus nombreux, les plus savants et les plus actifs.

Il n'en est rien, par rapport à la science française du Moyen Age, la science italienne est, à cette époque, extrêmement en retard. Les savants italiens d'alors — (méritent-ils cette qualification ?) — sont parfois fort igno-

rants des questions dont ils s'occupent, parfois aussi, ce sont de simples geais parés des plumes du paon, des plagiaires éhontés. — Ils sont d'ailleurs surtout des astrologues, beaucoup plus que leurs contemporains français, qui, eux, savaient faire la distinction entre la véritable science astronomique et l'art de tirer des horoscopes.

Aussi nous bornerons-nous à nommer Guido Bonatti, Barthélemy de Parme, Andalo di Negro, Paul de Venise, etc., c'est tout ce qu'ils méritent. Le seul auteur qui nous arrêtera, c'est Pierre d'Abano, né aux environs de Padoue en 1250, brûlé *post mortem* comme hérétique en 1316.

Il séjourna longtemps à Paris, où il commença un commentaire des *Problèmes* d'Aristote ; il était du reste médecin, astrologue et astronome. En cette dernière qualité, il a composé un ouvrage intitulé *Lucidator Astronomiæ*, le seul livre astronomique de quelque importance composé par un Italien au Moyen Age.

Dans le *Lucidator Astronomiæ*, trois points sont dignes d'intérêt :

1° La place que le soleil occupe parmi les astres errants ;

2° La nécessité d'employer les excentriques et les épicycles ;

3° La théorie du mouvement de la huitième sphère.

En ce qui concerne la première question, Pierre d'Abano accorde beaucoup d'importance à l'hypothèse d'Héraclide du Pont, hypothèse consistant à faire tourner Mercure et Vénus autour du Soleil, celui-ci tournant lui-même autour de la Terre.

Sur le second point, notre astrologue italien se rattache au système de Ptolémée et condamne le système des sphères homocentriques.

Sur la troisième question, c'est-à-dire sur le mouvement lent des étoiles fixes, Pierre d'Abano se montre non moins fidèle disciple de Ptolémée, il n'admet pas l'hypothèse de l'accès et du recès, et fait, comme l'astronome d'Alexandrie de 36 000 ans la durée de la révolution de la sphère des étoiles fixes.

Très érudit, Pierre d'Abano prend parfois d'étranges licences avec l'histoire et la chronologie. Qu'on en juge : il croit que, en l'an 260 de J.-C. les signes du zodiaque mobile coïncidaient avec ceux du zodiaque fixe [1], et, par suite, les influences célestes étaient particulièrement puissantes et bienfaisantes : « A ce moment surtout, mais aussi pendant 500 ans, à peu près, avant cette époque comme après cette époque, le Monde tout entier fut florissant, embelli par toute la sagesse et toute la vertu. C'est en ce temps-là que les rois furent humiliés et qu'on vit les empereurs les plus illustres, comme Alexandre, Darius, Porus, Jules César, et les autres, qui ont reçu le nom de ce même César. Alors Rome devint la maîtresse du monde entier. Alors fut fondée la grande Ecole des Stoïciens, à laquelle succéda l'Ecole des Péripatéticiens, avec Aristote, son fondateur. La Médecine commençait avec Hippocrate, l'Astronomie avec Hipparque et Ptolémée, Démosthène et Cicéron promulguaient la Rhétorique. Des lois puissantes domptaient les appétits bestiaux. La loi des Nazaréens se répandait avec

[1] Le zodiaque mobile est le zodiaque des constellations, il fait partie de la huitième sphère. Le zodiaque fixe est dans la neuvième, et c'est en ce dernier que résident les vertus des constellations, vertus qui, grâce au mouvement, se développent dans le ciel étoilé.

une signification divine. Mahomet surgit également ; les populations et les royaumes s'étendirent... »[1].

L'Astronomie Allemande

1. **Nicolas de Cusa.** — Nous avons déjà nommé un certain nombre d'astronomes allemands, mais ils étaient des élèves de notre Université de Paris, ils ont parfois compté parmi ses maîtres, en sorte que leur savoir peut n'être regardé que comme un reflet de la science parisienne de leur temps. Il n'en est pas de même de Nicolas de Cusa qui va nous occuper, et qui semble bien n'être jamais venu à Paris.

Son véritable nom était Krebs, mais on l'appela Nicolas Cusanus parce qu'il était natif du village de Cues, sur la Moselle, où son père exerçait le métier de pêcheur. Né en 1401, il mourut en 1464.

Tout jeune, il alla en Italie, où il entra dans les ordres, se fit recevoir docteur en droit à Padoue, et, dans cette ville, fit connaissance avec Toscanelli qui l'attira vers l'étude des Mathématiques et de l'Astronomie. Cependant, il avait dans l'esprit un certain penchant vers le mysticisme qui empêcha de se distinguer dans ces sciences autant qu'il l'aurait pu. Il fut toutefois observateur, et il possédait un astrolabe en cuivre dont il a dû faire bon usage ; mais sa renommée est surtout basée sur ce fait que l'on veut voir en lui un précurseur de Copernic, ce qui n'est pas tout à fait exact. Dans son livre « *De docta ignorantia* », il n'a considéré le mouvement de la Terre

[1] Nous empruntons cette citation à M. Duhem, tome IV, p. 262.

que comme une chose de pure imagination, mais dont la réalité est impossible à démontrer. De même, en ce qui concerne le mouvement de rotation diurne, il a dit expressément dans sa « *De venatione sapientiæ* » : « Dieu a donné à chaque objet sa nature, son cercle et son lieu, il a mis la Terre au centre et l'a faite pesante et se mouvant constamment en celui-ci, sans s'en écarter, soit vers le haut, soit latéralement : » — En somme, il semble avoir entrevu la vérité, mais rien de plus. — Copernic, lui, l'a démontrée.

Après Roger Bacon et Pierre d'Ailly, Nicolas de Cusa proposa, à son tour, la réforme du calendrier. Mais il fallut qu'il s'écoulât plus d'un siècle après sa mort pour qu'on se décidât à faire cette réforme, dont l'urgence était signalée depuis si longtemps.

Ce savant était aussi physicien ; il a proposé des expériences qui, si on les eût faites, auraient donné des lumières sur des points curieux de physiologie végétale. Il est aussi l'inventeur du *bathomètre* ou sonde.

Il prétendit avoir découvert la quadrature du cercle, ce qui prouve qu'il était un mathématicien médiocre.

Cet homme de mérite obtint les récompenses dont il était digne. Il devint évêque de Brixen, et plus tard cardinal. Ses œuvres complètes, formant trois volumes in-folio ont été imprimées à Bâle en 1575. On l'appelait souvent le cardinal allemand.

Peu après Nicolas de Cusa, l'Allemagne donna à la science deux hommes d'une haute valeur, Georges de Purbach et Régiomontanus.

Le premier est ainsi nommé d'après sa ville natale, qui se trouve sur les confins de la Bavière et de l'Autriche. Il vint au monde le 30 mai 1423. C'est à Vienne qu'il fit

ses études, pendant lesquelles il s'appliqua spécialement aux mathématiques. Il y avait alors à l'Université viennoise un professeur renommé, qui enseignait l'Astronomie avec succès. Il est probable que c'est à l'école de ce maître, nommé Jean de Gemunde, que se forma Purbach, qui eut d'ailleurs la possibilité de suivre d'autres leçons relatives à la science du ciel. Il ne s'en tint d'ailleurs pas là, et, pour accroître ses connaissances, il visita les principales universités allemandes, italiennes ou françaises. Notamment, à Rome, il se lia avec Nicolas de Cusa, qui le logea dans sa propre maison. Son savoir était déjà fort étendu, et il enseigna quelque temps l'Astronomie à Bologne et à Padoue. De retour dans son pays, la munificence de l'empereur Frédéric III et de l'archiduc d'Autriche lui donna les moyens d'y vivre, et il se proposa comme premier but de donner en latin le grand ouvrage de Ptolémée, d'après la version arabe [1], car il ne connaissait pas la langue grecque, et, d'ailleurs, on n'avait pas à Vienne le texte primitif de l'*Almageste*. Ce grand travail ne fut d'ailleurs pas le seul dont il s'occupa et il composa plusieurs ouvrages en même temps qu'il construisit des globes célestes, un gnomon, un quadrant géométrique, etc. Enfin, on lui doit des tables astronomiques, et une table des sinus de dix en dix minutes.

Ses observations le menèrent en outre à donner de nouvelles tables des éclipses, très supérieures à celles qu'on avait jusqu'alors.

[1] Purbach ne savait d'ailleurs pas l'arabe. — En fait, il dut se faire aider par quelqu'un qui entendait cette langue, mais qui était étranger à l'astronomie. C'est à force d'intelligence qu'il parvint à corriger les erreurs qui déparaient les traductions faites avant lui.

On lui doit aussi des théories des planètes, qui, en leur temps, eurent un succès considérable.

Le très savant cardinal Bessarion [1] invita Purbach à composer un résumé de l'œuvre de Ptolémée, et, pour le bien faire, à se rendre en Italie pour apprendre le grec. Georges Purbach accepta cette invitation, mais il mourut au moment où il allait se mettre en route, n'étant encore âgé que de trente-huit ans.

Dans le voyage que Purbach était sur le point d'entreprendre quand la mort vint le frapper, il devait avoir pour compagnon un autre astronome, bien connu sous le nom de Regiomontanus, mais qui s'appelait en réalité Johann Müller, et qui, étant natif de la ville de Kœnigsberg en Franconie (qu'il ne faut pas confondre avec la ville prussienne qui porte le même nom), avait jugé à propos de se désigner par le nom latinisé de sa patrie. Comme Purbach, Régiomontanus ne jouit pas d'une longue existence ; né en 1436, il mourut en 1476.

Après avoir reçu sa première instruction dans la maison paternelle, il alla étudier à l'Université de Leipzig, et pris d'un beau zèle pour la science astronomique, il commença par s'assimiler l'arithmétique et la géométrie, puis il se rendit à Vienne, où il espérait trouver plus de faci-

[1] Bessarion, Grec de nation, était né à Trébizonde en 1395. Il fut cardinal et patriarche de Constantinople. C'est lui qui donné le plus d'impulsion aux études grecques en Italie, et, entre autres services rendus à la science, c'est lui qui apporta en Occident le texte primitif de Ptolémée. — Le pape Sixte IV l'envoya comme ambassadeur en France auprès du roi Louis XI, qui le reçut assez irrévérencieusement. Bessarion mourut à Ravenne en 1472. — Ce fut Régiomontanus qui acheva le résumé de l'œuvre de Ptolémée, commencé par Purbach.

lités pour se rendre maître de sa science de prédilection ; encore tout jeune adolescent, on le voit suivre les leçons de Purbach. Le maître, qui travaillait alors sur Ptolémée, donna à son disciple divers problèmes géométriques à résoudre, et lui fournit maintes occasions de s'exercer au calcul. Entre temps, Régiomontanus lisait les mathématiciens de l'antiquité dont les œuvres avaient été traduites en latin, notamment Archimède. Ils s'occupèrent ensemble de recherches théoriques sur les points principaux de l'écliptique, la position des étoiles fixes auxquelles on peut rapporter les planètes, et il leur arriva de constater que les positions de Mars pouvaient s'écarter de deux degrés de celles que les tables assignaient à cette planète.

Après la mort de Purbach, Regiomontanus sembla tout désigné pour entreprendre l'œuvre que le défunt n'avait pu exécuter. Ayant acquis quelque connaissance du grec en fréquentant Bessarion, il se rendit à Rome en 1461, et se lia avec les hellénistes habitant la Ville Eternelle, surtout avec Georges de Trébizonde, qui s'occupait à interpréter Ptolémée et Théon. Tout en faisant des observations quand l'occasion s'en trouvait, Regiomontanus s'attacha surtout à comparer les manuscrits grecs, à les copier de sa main ou à les faire copier par autrui. Il visita d'ailleurs différentes villes d'Italie, se liant avec les savants, faisant devant un auditoire choisi des lectures publiques sur diverses questions astronomiques, enfin, travaillant toujours, et le principal résultat auquel il arriva fut la constatation de nombreuses erreurs dans l'interprétation que Georges de Trébizonde avait donnée du *Commentaire* de Théon.

Il retourna dans son pays, et, après avoir rempli quel-

que temps ses fonctions à Vienne, il fut invité par le roi de Hongrie Mathias Corvin à venir s'établir à Bude, où il avait une rare collection de manuscrits grecs ; mais la guerre ne permit pas à l'astronome de se fixer en Hongrie, et, en 1471, on le retrouve à Nuremberg, où un des principaux citoyens lui fit le meilleur accueil, ayant le goût le plus vif pour les études astronomiques. Cet homme zélé se nommait Bernard Walther, il donna à l'astronome les moyens de vivre et de travailler, lui fournit des instruments, parmi lesquels une horloge, un astrolabe armillaire analogue à ceux d'Hipparque et de Ptolémée, etc., enfin, il mit une imprimerie remarquable par la beauté de ses caractères à sa disposition. Le nom de Bernard Walther [1] mérite de ne pas être oublié.

L'année 1472 fut signalée par une remarquable comète, dont la queue avait plus de 30 degrés de longueur; son mouvement, en outre, était des plus curieux : d'abord très peu rapide, il alla en s'accélérant, si bien qu'au moment du passage au périhélie, la comète se déplaça de plus de 30 degrés en 24 heures.

Cette comète, dont l'orbite était presque perpendiculaire à l'écliptique, passa tout près de l'étoile polaire.

Régiomontanus et Walther ne manquèrent pas de l'observer assidûment, et le premier consacra à cet astre un ouvrage spécial ; pendant son séjour à Nuremberg, il publia encore les *Théoriques nouvelles* de Purbach, une

[1] B. Walther, né en 1430, mourut en 1504 ; ses œuvres ont été publiées en 1544 par Schoner, plus tard, en 1618, par Snellius, à la suite des observations du langdrave de Hesse ; enfin, en 1666, elles furent rééditées avec celles de Tycho-Brahé. La Caille a tiré bon parti de ces observations quand il voulut construire ses Tables du Soleil.

nouvelle édition de Manilius, un calendrier nouveau, dont le succès fut très grand, et il avait bien d'autres projets en tête.

Mais il ne devait pas les exécuter : il fut invité par le pape Sixte IV à venir à Rome, afin de s'occuper de la correction du calendrier. Régiomontanus se soumit, et partit pour la capitale du monde chrétien en 1475, laissant Walther continuer ses observations à Nuremberg. Par malheur, il mourut l'année suivante, soit qu'il ait été atteint de la peste, soit qu'il ait été empoisonné par les fils de Georges de Trébizonde, qui le haïssaient parce qu'il avait fait connaître les fautes qui se trouvaient dans les travaux de leur père sur Ptolémée et Théon. Il fut enseveli au Panthéon.

On trouve le catalogue de ses œuvres, très nombreuses pour un homme qui a si peu vécu, dans la préface que Georges Tanustetter a mise en tête de la table des éclipses de Purbach qu'il a publiée en 1514. Weidler à reproduit ce catalogue dans son *Historia astronomiæ.*

Purbach, Régiomontanus, et Walther ont été appréciés comme ils le méritaient : Gassendi a écrit la vie des deux premiers. Quant au troisième, qui garda peut-être avec un soin trop jaloux les papiers et les instruments qui avaient appartenu à Régiomontanus, (il les avait achetés à ses héritiers) après sa mort, le Sénat de Nuremberg acheta ce qui, dans sa succession, parut avoir quelque importance scientifique. Ces précieuses reliques sont encore conservées au musée de la ville.

Au XVIII[e] siècle, Doppelmayer[1], savant qui habitait

[1] Doppelmayer, qui vécut de 1671 à 1750, semble avoir passé toute sa vie à Nurembreg, où il était né. — Il a consacré

Nuremberg, a publié une partie de la correspondance de Régiomontanus. D'autres lettres ayant la même origine ont été publiées par Chr. Th. de Murr dans les *Memorabilia Bibliothecarum Norimbergensium*, etc. De Murr possédait des manuscrits de Régiomontanus qu'il aurait voulu reproduire en *fac-simile*, mais il n'en eut pas la possibilité.

un ouvrage in-folio à l'histoire des mathématiciens et des artistes de sa ville natale. — Il s'est aussi occupé de la construction des instruments de précision

CHAPITRE VIII

LES JÉSUITES ET LA RÉFORME DU CALENDRIER

La Compagnie de Jésus, fondée en 1534 par Ignace de Loyola, fut surtout un ordre religieux militant ; c'est ce qui explique qu'en général ce ne soit pas sur le terrain de l'érudition que ses membres se sont distingués [1]. Ils laissèrent ce champ à labourer à ces Bénédictins dont la puissance de travail est proverbiale, et qui ont rendu un immense service aux sciences historiques par la publication de l'*Art de vérifier les dates*, ouvrage datant de la seconde moitié du XVIII[e] siècle, et pour lequel des astronomes illustres se sont faits leurs auxiliaires [2].

Tout en se consacrant à l'enseignement avec le zèle que l'on sait, c'est du côté des sciences mathématiques et physiques qu'ils portèrent leurs efforts ; et ceux d'entre eux qui allèrent évangéliser les contrées de l'Extrême-Orient s'efforcèrent, autant que possible, de se mettre en bons termes avec les princes de ces pays, en leur rendant tous les services qu'ils pouvaient, grâce à leur connais-

[1] Il y a eu d'ailleurs des exceptions, parmi lesquelles on peut citer le P. Petau (1583-1652), qui a été un grand chronologiste, et, en cette qualité, a fait beaucoup de calculs relatifs à l'Astronomie ancienne.

[2] L'*Art de vérifier les dates* a eu pour principaux auteurs D. Clémencet et D. Durand Sa première édition, datée de 1752, est du format in-4°. Il a été réédité plus tard in-folio (1770 et 1784). La Caille et Pingré firent de nombreux calculs d'éclipses pour venir en aide aux auteurs.

sance des mathématiques et surtout de leurs applications. Nous verrons, en Chine, des Jésuites chargés de présider le grand Tribunal des mathématiques, qui était alors une des grandes institutions politiques de l'Empire du Milieu. A l'occasion, ils furent aussi architectes, fontainiers, et même constructeurs de machines de guerre.

Ce sont eux, nous l'avons dit, qui nous ont fait connaître l'astronomie chinoise.

Mais, en Europe, on eut aussi recours à leurs talents, et c'est l'un d'eux, Clavius, qui fut le principal auteur de la réforme du calendrier.

Le véritable nom de cet astronome était Christophe Schlüssel[1]. Il était né à Bamberg, en Bavière, en 1538 et mourut à Rome en 1612.

Clavius était un homme fort savant et fort laborieux, mais il manquait de clarté et de pénétration, ce qui fait que ses ouvrages sont rebutants à lire et, par suite, peu instructifs.

Le pape Sixte-Quint aurait dit, paraît-il, un jour, à propos du savant qui nous occupe : « Si les Jésuites n'avaient pas rendu d'autres services au monde, ce serait toujours pour eux un sujet de gloire, que Clavius, ce mathématicien si savant et si célèbre, soit sorti de leurs écoles. » Il y avait là beaucoup d'exagération ; Sixte-Quint n'était peut-être pas très capable de juger par lui-même du mérite d'un géomètre, Mais, comme Cla-

[1] Schlüssel veut dire clef en allemand. — Certains auteurs prétendent du reste que Clavius s'appelait réellement Clau.

Sur Clavius, voir la longue série d'articles que M. Jean Mascart lui a consacrés dans le *Bulletin astronomique*, années 1905, 1906, 1907.

vius a été souvent appelé l'*Euclide de son siècle*, le Saint-Père était sans doute excusable en cette circonstance.

Quoi qu'il en soit, ses œuvres, formant cinq volumes in-folio, furent publiées à Mayence en 1612. Elles comprennent d'abord huit livres sur la *Gnomonique*[1].

Cet ouvrage est une énorme compilation, où il y a fort peu de choses neuves et intéressantes, où, par contre, les vérités sont démontrées sans aucune élégance, avec des longueurs rebutantes et fastidieuses.

Son *Astrolabe*, publié à Rome en 1593, se divise en trois livres : dans le premier, il démontre un certain nombre de *lemmes*, dont il fera usage par la suite.

Dans le second, Clavius traite du tracé des cercles, projetés sur le plan de l'astrolabe en projection stéréo-

[1] A propos de gnomonique, nous devons nommer Sébastien Munster (1489-1552), cordelier allemand qui se fit luthérien, et composa une *Horologiographia*, qui est le premier livre où la construction des cadrans solaires prenne la forme moderne, avec un style parallèle à l'axe du monde, et où on trouve la solution des problèmes relatifs aux cadrans de toute nature. — Dans la préface de cet ouvrage, écrit Delambre, « il nous dit qu'au temps du déluge, les hommes, dont la vie était alors fort longue, et qui sentaient peu le besoin de mettre les heures à profit, ne s'embarrassaient guère de ces minuties (de la division du jour en heures) auxquelles la brièveté de notre vie nous force d'attacher plus d'importance ; que le monde avait duré deux mille ans et plus, avant même qu'on eût trouvé la culture du vin. *Jugez quel devait être l'état des autres arts, puisqu'on n'avait pas encore planté la vigne, sans laquelle la vie ne saurait être un peu supportable* !

Il ne faudrait pas juger uniquement Munster d'après ces dernières lignes, c'était un savant fort distingué, qui enseigna à Bâle, avec le plus grand succès, l'hébreu, les mathématiques et la géographie. Sa *Cosmographia*, publiée en allemand en 1544, a été traduite plus tard en latin, en français, en italien etc.

graphique ; là encore, il est diffus, prolixe, et s'écarte volontiers de son véritable sujet.

Enfin, le troisième livre donne une suite de règles, ou canons, pour expliquer les divers usages de l'astrolabe, à l'aide de la règle et du compas.

Clavius a publié d'autres ouvrages, notamment un *Commentaire* sur la sphère de Jean de Sacrobosco, livre dont, nous l'avons dit, le succès a été considérable.

Le *Commentaire* de Clavius a eu, lui aussi, de nombreux lecteurs et de 1575 à 1618, il a été édité onze fois.

Enfin, notre Jésuite a donné une édition d'Euclide (1589). De même, il a repris les *Sphériques* de Théodose, géomètre grec qui vivait au Ier siècle avant J.-C. Cet ouvrage est une sorte d'introduction à la trigonométrie sphérique, et Clavius a ajouté bon nombre de théorèmes à ceux qu'avait donnés l'auteur grec.

Mais ce qui fait vivre son nom, c'est la part considérable qu'il a prise à la réforme du calendrier.

Il y avait déjà bien longtemps que Roger Bacon, Pierre d'Ailly, puis après eux Nicolas de Cusa, Régiomontanus et beaucoup d'autres, avaient appelé l'attention des papes leurs contemporains sur les défauts du calendrier en usage dans le monde chrétien, et sur le déplacement continuel de l'équinoxe, dont la date allait constamment en retardant, grâce à l'erreur qu'avaient commise les astronomes contemporains de Jules-César en admettant 365 j. 25 pour la durée de l'année tropique. On peut dire qu'il ne tenait qu'à eux d'éviter cette erreur, au moins en partie, puisque Hipparque admettait que cette durée est 365 jours $+ \frac{1}{4} - \frac{1}{300}$, ce qui est, à la vérité,

6 minutes de trop ; ainsi donc, Hipparque croyait que l'équinoxe retarde d'un jour en 300 ans, quantité beaucoup trop faible, mais qui aurait cependant mérité qu'on en tînt compte. Sosigène et ses collaborateurs laissèrent ce soin à la postérité !

Les Pères du concile de Nicée, il est permis de le croire, n'avaient pas des connaissances astronomiques bien étendues, au moins en général ; et, quand ils avaient décidé que la fête de Pâques se célébrerait le premier dimanche qui suivrait la pleine lune qui viendrait après le 21 mars, ils ne s'étaient pas doutés que si, à leur époque, cette date du 21 mars était celle où le soleil passait à l'équinoxe, en quelques siècles ce passage aurait lieu à une date nettement antérieure, si bien que la date du 21 mars, et par suite celle du jour de Pâques, avançait d'une manière continue vers l'été.

En 1554, Lucas Gauricus, savant napolitain, qui devait devenir évêque et qui avait commencé par enseigner les mathématiques à Ferrare, publia un *Calendarium ecclesiasticum novum*, ouvrage dont la valeur scientifique n'est pas très grande, mais où l'auteur déplore énergiquement le malheur qui fait que la Pâque est souvent célébrée contre le précepte divin. Vers le milieu du XVIe siècle, il y avait des choses plus regrettables que celle-là.

L'appel de Gauricus ne fut pas entendu ; il fallut encore trente ans pour que le Saint-Siège mît la question à l'étude.

Un médecin et astronome sicilien, nommé Lilio Giraldi, qui était né en Calabre vers 1510 et qui vivait à Rome, où il devait mourir en 1576, fut plus heureux. Il avait proposé différentes mesures propres à ramener l'ordre

dans la manière de compter les dates, et à mieux faire concorder les années solaires avec les années lunaires. L'année qui suivit sa mort, son frère Antonio donna plus de développement aux idées du défunt dans son *Compendium novæ rationis restituendi Calendarium*, et le pape Grégoire XIII fit savoir à tous les princes chrétiens qu'il croyait devoir entreprendre la réforme du calendrier, et les raisons qu'il avait pour cela ; en même temps, il les priait de consulter tous les hommes compétents et de lui faire savoir leurs idées sur cette réforme. De nombreux mémoires furent envoyés à Rome de toutes les parties de l'Europe.

Le pape chargea une commission, formée de Clavius, de Egnazio Danti, célèbre par la méridienne, qu'il construisit dans l'église Sainte-Pétrone de Bologne, de Ciacono, d'Antonio Giraldi et de plusieurs princes de l'Eglise, d'examiner ces divers mémoires. En résumé, cette commission adopta le projet de Lilio. En conséquence, Grégoire XIII ordonna que le lendemain du 4 octobre 1582 s'appellerait le 15, ce qui devait ramener l'équinoxe aux environs du 21 mars ; en outre, il fut décidé que sur quatre années séculaires, une seule serait bissextile, savoir, celle dont le millésime, après qu'on a effacé les deux zéros, est divisible par 4. De cette façon l'équinoxe devait toujours avoir lieu, sinon rigoureusement à la même date, au moins s'en écarter très peu.

Quant à la fixation de la fête de Pâques, Clavius, qui paraît avoir été la cheville ouvrière de la commission, reconnaît que l'Eglise aurait pu choisir pour cette fête une date fixe dans l'année, mais on préféra s'en tenir aux traditions anciennes, et il est probable qu'on s'y tiendra à l'avenir, bien que, dans ces dernières années, des péti-

tions aient été adressées au Saint-Siège pour que Pâques cesse d'être une fête mobile.

En France et dans les autres contrées catholiques, la réforme grégorienne fut acceptée sans difficulté. Dans notre pays, d'ailleurs, l'autorité civile n'avait pas attendu jusque-là pour revenir à l'antique année romaine commençant le 1er janvier [1]. Jusqu'alors, dans les pays chrétiens, on faisait commencer l'année le jour de Pâques, fête mobile; on voit quelle source de confusion, et les chronologistes qui ont débrouillé le chaos qui résultait de cette coutume, ces Bénédictins que nous avons déjà nommés, ont eu une lourde besogne à faire. Ils ont bien mérité de la science.

Les protestants ne s'empressèrent pas d'accepter une réforme dont la papauté avait pris l'initiative et que cependant, a dit Voltaire, il aurait fallu accepter du Grand-Turc, s'il l'avait proposée. En Allemagne, en Danemark, en Suède, en Suisse, ils gardèrent le calendrier julien jusqu'en l'année 1600, et il y eut des difficultés matérielles, des émeutes, en certaines localités à propos de ce changement. Il en fut de même, beaucoup plus tard, en Angleterre ; car ce pays n'a admis la réforme grégorienne qu'en 1752.

De nos jours, l'Eglise grecque s'en tient encore au calendrier julien, ce qui fait qu'à l'heure actuelle, l'année russe commence le 13 janvier de notre calendrier.

Nous trouverons, après Clavius, d'autres Jésuites s'occupant d'astronomie avec plus ou moins de succès, et

[1] C'est l'illustre chancelier de l'Hospital qui décida le gouvernement royal à prendre cette mesure.

cette tradition s'est perpétuée jusqu'à nos jours. Le nom du P. Secchi est présent à toutes les mémoires.

Mais c'est surtout en Extrême-Orient qu'ils ont cultivé la science des astres ; dès la fin du XVIe siècle, ils avaient en Chine des missionnaires versés dans l'astronomie, et ils ne tardèrent pas à faire apprécier leurs talents par les habitants du Céleste-Empire. Dès l'année 1629, deux Jésuites, nommés Longobardi et Térence, sont adjoints au Tribunal des Mathématiques, sorte de Bureau des Longitudes, qui était une des grandes institutions du pays.

Parmi les missionnaires qui se distinguèrent comme astronomes, nous nommerons Adam Schall ou Scholl[1], né à Cologne en 1591, parti en 1621 pour la Chine, où il resta jusqu'à sa mort arrivée en 1666. Ses lettres, écrites en latin, et publiées à Vienne et à Ratisbonne (1665 et 1672) montrent combien l'Astronomie des Chinois était alors imparfaite. Son successeur, le Flamand Verbiest, né à Bruges en 1623, mort à Pékin en 1688, écrivit une histoire de l'Astronomie en Chine à son époque sous le titre de : *Astronomia Europæa sub imperatore Tartaro-Sinico Cam-Hy* (Dillingen 1687), où l'on voit également la supériorité des Européens sur les Chinois, qui étaient à peine en état de dresser leur calendrier.

Il est piquant de le voir, alors que le système de Copernic était proscrit en Europe, composer en Chine un *Tractatus de terræ motu,* sans avoir aucune difficulté avec ses supérieurs.

En 1687, Louis XIV envoya à Siam un ambassadeur,

[1] Le plus grand nombre des Jésuites dont nous avons à parler étaient Français ou Belges.

M. de Chaumont. Celui-ci était accompagné de plusieurs Jésuites, dont le chef était le P. Tachard ; ces religieux[1], choisis pour leurs connaissances scientifiques, devaient mettre celles-ci au service du roi de Siam, afin de le bien disposer à favoriser l'établissement de missions catholiques dans le pays, et, en outre, faire des observations propres à augmenter nos connaissances sur les contrées de l'Extrême-Orient.

Celui de ces Jésuites qui était le plus qualifié, par son savoir, pour faire progresser l'astronomie, était le P. Jean de Fontaney (1643-1710), qui avait enseigné les mathématiques à Nantes, puis à Paris, au collège Louis-le-Grand. Il y avait un petit observatoire dans les bâtiments de ce collège, et le P. de Fontaney y observa, entre autres, les comètes de 1680-81 et de 1685. Les ressources instrumentales dont il disposait alors étaient fort médiocres.

Le voyage donna des résultats appréciables, et, d'abord, pendant le trajet, on profita de la relâche que l'on fit au Cap pour déterminer la position géographique, si importante pour les navigateurs, de cette localité, où l'on détermina également la déclinaison magnétique.

En mer, on fit des essais de détermination de la longitude au moyen de chronomètres, dont la marche n'était pas assez régulière pour donner de bons résultats.

A Siam, on corrigea des erreurs incroyables sur les longitudes. C'est ainsi que l'observation de l'éclipse de

[1] Le frivole et ignorant abbé de Choisy s'était joint à la mission ; s'il n'a pas rendu de grands services à celle-ci, il a du moins publié une relation de voyage pleine d'intérêt.

Lune du 11 décembre 1685, fit connaître une erreur de 24 degrés sur celle du lieu d'observation.

De Siam, le P. de Fontaney et ses compagnons passèrent à Pékin, où ils arrivèrent le 7 février 1688. En Chine, où plusieurs de leurs confrères vinrent bientôt les rejoindre, car l'empereur Kang-hi, qui a laissé un grand nom dans l'histoire, les favorisait, ils continuèrent leurs travaux, dont un des principaux fruits fut une grande carte de la Chine.

Le P. Gouye, qui faisait partie de l'Académie des Sciences, faisait connaître à cette Compagnie, les résultats de ces travaux.

Quant au grand public, il fut instruit pour la première fois des choses du Céleste-Empire par les *Mémoires sur l'état présent de la Chine*, publiés par un des missionnaires le P. Le Comte, en 1696 ; ces mémoires composés de lettres adressées à divers personnages, tels que le chancelier de Pontchartrain, le cardinal de Fürstemberg, etc., forment deux volumes in-12 (trois dans l'édition de 1701),

Parmi ces lettres, il y en a une qui nous intéresse particulièrement, c'est la troisième, car on y trouve la description de l'observatoire de Pékin, qui se trouvait sur une tour située au voisinage et à l'intérieur des murs de la ville, qu'elle dépassait seulement de dix à douze pieds. Les instruments primitifs avaient été remplacés depuis peu, de par l'influence du P. Verbiest, par des instruments plus modernes, construits sous ses yeux, dont le P. Le Comte nous donne la description fort détaillée.

Ce sont ces instruments historiques dont les Allemands s'étaient emparés il y a une vingtaine d'années et dont la Chine vient d'exiger la restitution.

A ces missionnaires, successivement enlevés par la mort, en succédèrent d'autres, non moins zélés et moins savants. Parmi ceux-ci, nous trouvons le P. Gaubil, dont nous avons déjà parlé et sur le compte duquel nous ajouterons les lignes suivantes, dues à un de ses biographes : « Comme le P. Prémare, Gaubil, en fait de littérature chinoise, avait acquis une habileté que personne, entre leurs confrères de la mission catholique, et, à plus forte raison, entre les savants sédentaires d'Europe, n'a jamais égalée. La plupart des savants européens qui sont maintenant en Chine ont beaucoup de peine à arracher quelques indications aux lettrés du pays, mais au temps de Gaubil, c'étaient les plus grands docteurs chinois qui venaient à lui, trouvant à s'instruire même sur la Chine dans sa conversation. Contempler le cours des astres la nuit ; à l'aube, monter à l'autel, passer de l'autel à la chaire, de la chaire au tribunal de pénitence ; courir de là dans les bibliothèques, puis sans se reposer un seul instant que pour prendre le plus frugal repas, traduire, tout le reste du temps, sans préparation et souvent devant l'empereur, du latin en mandchou et du mandchou ou du chinois en latin pour faciliter les relations des cours souveraines de Pékin avec l'Europe ; s'acquitter de tous ces devoirs durant trente ans et mériter trente ans la confiance et l'admiration de tous les partis, de toutes les sectes, de toutes les nations, voilà quelques-uns des titres de notre infatigable compatriote à la reconnaissance de la postérité. » (*Le P. Amiot.*)

Le nom du P. Gaubil mériterait d'être mieux connu. A côté de lui, nous citerons encore le P. Prémare (1670-1735) et enfin le P. Parrenin, correspondant

assidu de Dortous de Mairan[1], qui a publié des *Lettres au R. P. Parrenin* (1770), contenant diverses questions sur la Chine. On y voit entre autres choses, que Mairan aurait désiré que les missionnaires déterminassent la longueur du pendule battant la seconde à Pékin, afin de voir si cette longueur est la même qu'à Madrid, qui se trouve sous le même parallèle.

De tous ces travaux il résulta un grand et magnifique ouvrage sur la Chine, formé de quatre volumes in-folio, accompagnés d'un atlas de 42 cartes[2], œuvre du P. Duhalde (1674-1743). Celui-ci, qui semble n'avoir jamais quitté Paris, rédigeait le recueil intitulé *Lettres édifiantes et curieuses*, où il publiait les mémoires qui lui étaient adressés par ceux de ses confrères qui exerçaient le ministère apostolique dans les contrées lointaines, surtout en Extrême-Orient, et c'est d'après des renseignements recueillis sur les lieux qu'il a pu écrire son livre, grâce auquel la Chine ne fut plus, pour les Européens, une *terra incognita*.

[1] Dortous de Mairan, né à Béziers en 1678, mort à Paris en 1771, eut le redoutable honneur de succéder à Fontenelle comme secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, et fut aussi membre de l'Académie française. Il s'était d'abord fait connaître par des dissertations sur divers points de physique, couronnées par l'Académie de Bordeaux. — Son principal ouvrage est son *Traité de l'aurore boréale* (1733, réédité en 1754), qui lui fut inspiré par cette fameuse aurore du 19 octobre 1726, que l'on vit jusqu'à Cadix, et peut-être plus bas. Dans ce livre, on trouve cette remarque importante, que la couronne de l'aurore boréale se trouve sur le prolongement de l'aiguille d'inclinaison. — Mairan considérait la lumière zodiacale comme identique à l'aurore boréale. — Le P. Parrenin mourut en 1741, il résidait en Chine depuis 1698.

[2] Cet atlas avait été dessiné par le célèbre géographe d'Anville.

Pendant ce temps, en Europe, des membres de la Compagnie de Jésus étudiaient assidûment le ciel, notamment en France. C'est ainsi que la direction de l'observatoire de Marseille, confiée d'abord au P. Laval (1664-1728), échut plus tard au P. Pézenas, qui mérite une mention spéciale.

Esprit Pézenas (1692-1776) était natif d'Avignon, par conséquent, il était sujet du pape. Cela ne l'empêcha pas d'entrer au service de la France ; en 1728, on le voit professeur d'hydrographie à Marseille, dont il dirige l'observatoire pendant quinze ans, de 1749 à 1764. A cette dernière date, le Saint-Siège ayant prononcé la dissolution de l'ordre des Jésuites, il se retire dans son pays natal qu'il ne doit plus quitter.

Il a publié deux volumes de Mémoires, imprimés à Avignon en 1755 et 1756 et qui sont devenus extrêmement rares, et en outre bon nombre de travaux relatifs à l'astronomie nautique, tels que son *Histoire des montres de Harrison pour les longitudes*, une *Astronomie des Marins*, des *Eléments de pilotage* ; enfin il a traduit en français le traité d'Optique de Smith, dont le titre anglais est : *A complet system of Opticks*[1].

Il ne s'est d'ailleurs pas borné à donner dans notre langue l'ouvrage de l'auteur anglais, et il y a fait de nombreuses additions, c'est ainsi qu'on trouve, à la fin de

[1] Cette traduction parut en 1767. — La même année, Duval-Leroi, professeur d'hydrographie à Brest, en donna une autre, qu'il augmenta plus tard d'un supplément. Duval-Leroi, qui vécut de 1730 à 1810, était un savant très distingué et son édition est fort supérieure à celle de Pézenas. — On lui doit d'autres travaux, soit de mathématiques pures, soit relatifs au perfectionnement de la navigation.

cette traduction, l'histoire de la découverte de la nutation de l'axe terrestre par Bradley.

Citons enfin, du laborieux Jésuite, son *Histoire critique de la découverte des longitudes*.

Pézenas avait 83 ans quand ce livre fut publié.

Les Jésuites actuels n'ont pas abandonné la tradition de leurs devanciers du XVIIe et du XVIIIe siècles. A Zo-Sé, près de Chang-Haï, ils ont un observatoire pourvu de grands et beaux instruments, ayant pour directeur le P. Chevalier, qui s'occupe spécialement de physique solaire.

CHAPITRE IX

DIGRESSION SUR L'ASTRONOMIE NAUTIQUE, ET LES GRANDES DÉCOUVERTES MARITIMES DU XVIe SIECLE

Nous arrivons à une des époques où l'esprit humain a fait le plus de progrès — Au temps de la Renaissance et de la Réforme, il a marché à pas de géant.

Une paix relative règne en Europe, car la guerre de Cent Ans vient de prendre fin. Si cette paix n'avait pas été interrompue par des événements fortuits, au premier rang desquels il faut mettre l'avènement de Philippe de Valois et de sa dynastie, de grands événements, cela était inévitable, se seraient produits. Ce que l'on voyait, en France comme en Angleterre, annonçait évidemment la décadence du système féodal, et, par une conséquence inéluctable, la Réforme de l'Eglise.

Mais la terrible hostilité entre les deux grandes puissances occidentales n'a pu que retarder ce qui était fatal. D'autres circonstances que le rétablissement de la paix, parmi lesquelles la découverte de l'imprimerie est à mentionner avant tout, viennent hâter la marche des choses. La merveilleuse invention de Gutenberg coïncide à peu près avec l'époque où les savants grecs, chassés de leur pays par l'invasion turque, apportent en Occident les précieux débris du savoir antique. Elle ne tarde pas à les faire connaître.

On commence par imprimer des Bibles, ce qui soumet

au libre examen les doctrines contenues dans les livres saints. — Les esprits s'habituent à la discussion des idées, de toutes les idées ; aussi, lorsque, en 1517, Luther brûle les bulles papales, non seulement il échappe au bûcher, mais, en Allemagne d'abord, puis en France, en Angleterre, dans les contrées septentrionales de l'Europe, même en Espagne et en Italie, il a des partisans déclarés ou secrets et d'autres réformateurs marchent sur ses traces. — Les guerres de religion commencent, et elles se prolongent jusqu'au XVIIe siècle [1].

Il semble, au premier abord, qu'au milieu de tels événements, l'humanité ait dû rétrograder et retourner à la barbarie. Il n'en est rien. — On lutte partout avec un acharnement sans égal, les batailles, les massacres, les meurtres individuels, les destructions de monuments, d'objets d'art, de bibliothèques n'empêchent pas cette époque de compter parmi les plus fécondes de toute l'histoire en écrivains, en artistes [2] qui n'ont pas été surpassés ni même égalés, en érudits et en hommes prodigieusement versés dans toutes les branches du savoir humain.

Aussi, les ouvrages scientifiques ne trouvent-ils pas moins de lecteurs que les Ecritures ou les livres de controverse religieuse. — La typographie les met à la portée

[1] La guerre de Trente Ans, qui se termina en 1648, est, en effet, la dernière grande guerre religieuse. — Il y avait alors un demi-siècle que la France, à ce point de vue, jouissait d'une paix à peu près complète.

[2] Parmi ces derniers, il importe de faire mention de Léonard de Vinci, qui se faisait une idée très juste du vrai système du monde, et auquel on doit l'explication du phénomène de la lumière cendrée. C'est toutefois Maestlin, le maître de Képler qui a, le premier, publié cette explication.

de tous. C'est ainsi, pour ne parler seulement de ce qui nous intéresse le plus, que l'on n'attend pas la fin du xve siècle pour donner des éditions de plusieurs œuvres de Ptolémée. — Ces éditions[1] offrent, en général, à côté du texte grec, une traduction latine ; cette dernière étant destinée aux ignorants, car, à cette époque, tout le monde était de l'avis de Rabelais, ou, si l'on veut, de Gargantua, et pensait que « c'est une honte que quelqu'un se die savant, s'il ne connaît la langue grecque. »

Mais, à cette époque où les idées religieuses se transformaient, où la vieille Antiquité, semblable au phénix, renaissait de ses cendres, il se passait une chose d'une portée encore plus grande : l'humanité acquérait la connaissance complète du domaine mis à sa disposition ; les grandes découvertes géographiques nous donnaient enfin une idée exacte de la figure de notre planète, et non sans coûter bien des efforts, sans faire couler bien des larmes et bien du sang, augmentaient dans une proportion prodigieuse les ressources mises à notre disposition.

C'est à un prince portugais, à Henri le Navigateur[2] (1394-1460) qu'en revient la gloire, et il semble que ce bienfaiteur du genre humain n'ait pas été récompensé, même dans son pays, comme il aurait dû l'être, car il n'a

[1] Parmi les savants qui s'illustrèrent à cette époque, en veillant à la correction des ouvrages des anciens que l'on publiait alors en si grand nombre, il ne faut pas oublier de nommer le géomètre italien Commandini, (Commandin) qui vécut de 1509 à 1575 et auquel on doit des traductions latines d'Euclide, d'une grande partie des ouvrages d'Archimède, des traités du *Planisphère* et de l'*Analemme* de Ptolémée, du livre d'Aristarque de Samos, *Sur les grandeurs et les distances du Soleil et de la Lune*, etc.

[2] Duc de Visco, troisième fils du roi Jean I.

pas attiré l'attention des historiens autant que beaucoup d'autres, qui la méritaient moins que lui.

Ce fils du roi Jean I avait, dans sa jeunesse, vaillamment lutté contre les Maures et les Castillans, mais il était capable d'être autre chose qu'un héroïque soldat. Il aurait pu, comme la plupart des princes cadets, se faire un jeu d'ébranler la couronne de ses aînés ; sa conduite fut beaucoup plus sage : dès l'âge de vingt-deux ans, en 1416, il se consacra uniquement à la science, alla s'établir à Sagres (le Cap Sacré des Anciens), à l'extrémité méridionale du Portugal ; là, il fit construire un observatoire, s'entoura de savants et de navigateurs et travailla uniquement à perfectionner l'art nautique. — La devise française qu'il s'était choisie : « Talent de bien faire » le caractérise merveilleusement,

Ces nobles efforts ne tardèrent pas à être récompensés. Il fallut commencer par vaincre un préjugé remontant, paraît-il, à Aristote, d'après lequel la vie eût été impossible à l'homme dans la zone torride. — Dès 1418, on franchissait un cap portant le nom significatif de Noun, et, l'année suivante, on retrouvait l'île de Madère, que les Anciens avaient connue, mais avec laquelle les communications avaient cessé depuis longtemps. — De nombreuses découvertes, que nous ne voulons pas énumérer, suivirent celle-là, et, dès l'an 1471, les navigateurs portugais arrivèrent à l'équateur, ce qui fut sans doute un événement des plus remarqués.

Jusqu'alors, on n'avait fait que marcher sur les traces des Dieppois, qui, à une époque peu éloignée, avaient fréquenté les côtes de la Guinée, mais on devait les dépasser de beaucoup, et atteindre les parages où seuls, parmi les hommes des races appartenant au monde clas-

sique, les Phéniciens avaient navigué, il y avait bien des siècles.

En 1486, Barthélemy Diaz toucha le cap qui marque l'extrémité méridionale de l'Afrique, auquel le roi Jean II de Portugal donna le nom de Cap de Bonne-Espérance. — Ce nom était bien choisi. Douze ans plus tard, Vasco de Gama abordait aux Indes ; les travaux de tout un siècle avaient atteint leur but !

Mais, à cette époque, il y avait déjà six ans que Colomb avait abordé en Amérique[1], et cette découverte incomparable, l'école portugaise était dans une certaine mesure, autorisée à la revendiquer comme sienne, car le grand navigateur génois, qui, si l'on s'en rapporte aux historiens les plus autorisés, était encore plus enthousiaste que savant[2], avait d'abord offert ses services au Portugal et s'était marié dans ce pays. Son beau-père, Bartholomé Muniz, était un marin qui avait pris une part active aux expéditions organisées par don Henri et possédait une ample collection d'instruments, de cartes et de documents nautiques de toute nature que Colomb étudia avec le plus grand soin.

Enfin, n'oublions pas de mentionner la dernière et la non moins étonnante de ces grandes expéditions, celle qui, sous les ordres de Magellan, il y a juste quatre siècles, fit pour la première fois le tour du monde, prou-

[1] Lui aussi, il refaisait, sans le savoir, les découvertes des Normands, non encore, il est vrai, francisés, car, dès le x[e] siècle, ils avaient atteint, d'abord l'Islande et le Groenland, puis les parties septentrionales dù continent américain.

[2] Cf. J Bensaude, *Histoire de la Science nautique portugaise*, Genève, 1917.

vant, de la manière la plus irréfutable, la sphéricité de la Terre, qui trouvait encore des incrédules obstinés.

Maintenant, de quelles ressources instrumentales disposaient les marins qui firent ces grandes découvertes ?

Notons d'abord qu'ils avaient, sur leurs prédécesseurs de l'Antiquité, un avantage immense : de temps immémorial, les Chinois connaissaient la propriété qu'a l'aiguille aimantée de se diriger constamment vers le nord, ou, pour mieux dire, selon une direction qui ne varie que très lentement. Ils avaient transmis la connaissance de ce fait aux Arabes et ceux-ci aux chrétiens occidentaux [1]. Si, aux beaux jours de l'Empire romain, on eût possédé cette notion, les grands empereurs, Trajan ou Marc-Aurèle, par exemple, eussent été impardonnables de ne pas faire explorer l'Océan Atlantique par une flotte qui aurait inévitablement découvert le Nouveau-Monde.

On manque de détails sur les travaux de la *Junta* réunie par Henri le Navigateur (qui ne navigua jamais de sa personne), et dont un des principaux membres fut Jacomo de Malhorca (Jacques de Majorque) ; toujours est il que les marins du XV[e] siècle faisaient usage de l'*arbalète*, ou *bâton de Jacob* [2]. C'était une tige graduée en

[1] Il semble que la distinction entre le nord vrai et le nord magnétique n'ait pas été connue de beaucoup de marins du Moyen-Age. — A cette époque, l'aiguille inclinait vers le nord-est ; aussi les cartes de ce temps donnent-elles la direction WNW. ESE au grand axe de la Méditerranée.

Au temps de Colomb, on faisait cette distinction, et c'est lui qui, pendant son premier voyage, découvrit que la déclinaison est variable selon les lieux.

[2] Cet instrument avait été inventé au XIV[e] siècle par Léon le Juif, israélite habitant la Provence. Cet astronome, malgré

parties égales que l'observateur s'attachait à tenir horizontale, et le long de laquelle glissait une traverse perpendiculaire, le *marteau*. On visait le bord du Soleil, de façon à ce que le rayon lumineux effleurât l'extrémité du marteau. La division de la flèche à laquelle s'arrêtait ce dernier faisait immédiatement connaître la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon.

Il y avait ensuite l'astrolabe. S'il y a un mot qui ait

son mérite, tomba dans l'oubli, et son invention fut attribuée à Régiomontanus. On a même prétendu que c'était le disciple de celui-ci, Martin Behaim qui avait fait connaître aux Portugais l'arbalestrille ou *balestilha*.

Martin Behaim habita en effet le Portugal à différentes époques. Aussi, un écrivain allemand, M. A. Ziegler, a-t-il écrit les lignes suivantes :

« Si l'Allemagne n'a pas participé directement aux grandes découvertes du XVe et du XVIe siècles, ce furent cependant les savants allemands qui, par leurs travaux d'atelier et de bibliothèque, ont donné à ces entreprises l'impulsion décisive. Dans ce sens, notre célèbre compatriote Régiomontanus aussi bien que Martin Behaim, peuvent sûrement revendiquer le mérite d'avoir été des précurseurs de Colomb et d'avoir contribué d'une façon essentielle à la découverte de l'Amérique. »

Evidemment. Mais Hipparque et Ptolémée auraient pu faire la même réclamation. M. Bensaude, qui cite ce passage de Siegler, a consacré un ouvrage important, que l'Académie des Sciences de Paris a honoré d'une partie du prix Binoux, *L'Astronomie nautique en Portugal à l'époque des grandes découvertes* (Berne, 1912), à démontrer qu'il est aussi puéril que vain d'affirmer que, sans la culture germanique, les Portugais n'auraient pu faire leurs grandes découvertes.

Puisque nous avons parlé du célèbre cosmographe Martin Behaim, nous ferons remarquer qu'il nous semble difficile de faire un Germain, bien qu'il soit né, dit-on, à Nuremberg, de *Martinus Bohemus*. Il serait cependant extraordinaire que cette annexion n'ait pas été faite. — Nous en avons vu tant d'autres !

servi à désigner des choses bien diverses, c'est celui-là : aussi a-t'il fini par manquer totalement de précision, et n'est plus guère qu'un terme de la langue littéraire que, parfois, les écrivains emploient sans se bien soucier du sens qu'on y peut attacher [1].

Tel qu'il avait été inventé par Hipparque, employé par Ptolémée, l'astrolabe était un assemblage de cercles métalliques, les uns fixes, les autres mobiles, permettant de mesurer directement les positions relatives des astres. C'était un instrument d'observatoire, qu'on ne pouvait employer dans la navigation.

L'astrolabe planisphère était un disque gradué, que l'on suspendait par un anneau, et muni de deux alidades permettant de mesurer la hauteur des astres au-dessus de l'horizon, et, par suite, de déterminer l'heure. C'est du moins sous cette forme que l'employaient les marins, mais, pour les anciens astronomes, l'instrument était plus compliqué. Le disque pouvait aussi se placer horizontalement, (on le retournait alors, afin d'employer la seconde face), et on lui superposait deux autres disques, dont l'inférieur, qui était fixe, représentait la projection stéréographique, sur le plan de l'équateur, de l'horizon et

[1] Par exemple, quand Boileau écrivait dans sa dixième satire :

C'est que sur le calcul, dit-on. de Cassini,
Un astrolabe en main, elle a dans sa gouttière,
A suivre Jupiter, passé la nuit entière.

On peut se demander quelle idée il se faisait d'un *astrolabe*, — Et les officiers du bâtiment commandé par La Pérouse, n'avaient peut-être pas non plus des notions bien exactes sur l'ancien instrument astronomique dont leur navire portait le nom.

des cercles qui lui sont parallèles. Quand l'observateur voyageait, il remplaçait ce disque inférieur par un autre, approprié à la nouvelle localité où il se trouvait.

Le second disque, qui était mobile autour d'un pivot traversant le premier, représentait, toujours en projection stéréographique sur l'équateur, le zodiaque et un certain nombre d'étoiles remarquables. Il était, de plus, ajouré autant qu'il était possible sans que sa solidité fût compromise. On voyait donc le premier disque à travers le second.

Connaissant la hauteur d'une des étoiles représentées sur le second disque ou l'*arachné*, on mettait celui-ci en mouvement et on amenait la représentation de l'étoile en question sur le cercle de hauteur convenable, et le point du zodiaque où se trouvait le Soleil, point connu approximativement, tombait au-dessous de l'horizon ; dans cette partie du premier disque étaient tracées des lignes horaires, et la position du Soleil par rapport à ces lignes permettait de connaître l'heure, au moins à peu près.

Mais, nous le répétons, les marins avaient jugé sans doute cet instrument trop compliqué pour eux, et ils l'avaient laissé à ceux qui faisaient des observations à terre. D'ailleurs, étant constamment en marche, et changeant de latitude à chaque instant, il est clair qu'ils ne pouvaient faire autrement.

L'astrolabe circulaire se modifia et fut simplifié. On le réduisit à un quart de cercle, ce qui permit, sans augmenter ses dimensions et son poids, d'agrandir ses divisions au bénéfice de la précision des résultats, on l'attachait à un point fixe autour duquel il pouvait tourner dans son plan. Deux pinnules à œilletons étaient insérées sur un des côtés de l'angle droit ; on visait à travers ces

pinnules, et on notait la division du quart de cercle, devant laquelle venait un fil à plomb suspendu à un pivot passant par le centre dudit quart de cercle. Cette division faisait connaître immédiatement la hauteur de l'astre observé au-dessus de l'horizon [1].

Les contrées méridionales de l'Europe ne contribuaient pas seules au progrès de l'art nautique. Une grande école de géographes s'était formée dans les Flandres. Parmi les savants qui la composèrent, on doit nommer Gemma Frisius, ou le Frison, qui le premier, proposa l'emploi des montres pour le transport du temps dans la détermination des longitudes. A vrai dire, cette idée ne devait rien valoir tant qu'on n'aurait pas réussi à porter à un haut degré de perfection l'art de l'horlogerie, et il fallut attendre plus de deux siècles — et son illustre disciple Gerhard Mercator.

Nous venons d'employer le mot école, dans le sens d'un groupe de savants s'occupant du même objet et professant les mêmes doctrines ; mais n'y avait-il pas des écoles au sens vulgaire du mot, des établissements où ceux qui se destinaient à diriger ces grandes expéditions pouvaient acquérir les connaissances qui leur étaient indispensables?

Si, assurément : nous avons déjà parlé de l'école fondée par Henri de Portugal qui, en outre, avait créé une chaire d'Astronomie à l'Université de Lisbonne. Il faut encore

[1] Des exemplaires de cet instrument, en plus ou moins bon état, existent dans nos musées et dans nos bibliothèques. Voir notamment, à ce sujet, l'intéressant opuscule que MM. l'abbé Anthiaume et le docteur Sottas ont consacré à l'astrolabe-quadrant conservé au musée de Rouen. Cet astrolabe passe pour avoir appartenu à Jean de Béthancourt, qui découvrit les îles Canaries.

nommer, pour en finir avec les Portugais, Pedro Nunnez, plus connu sous son nom latinisé de Nonius, nom que l'on donne à un artifice qu'il a inventé pour subdiviser les angles, artifice que l'on a tort de confondre avec le *vernier*, dont le principe est tout différent, et qui donne plus de précision. Nunnez, cosmographe royal, était professeur à l'Université de Coïmbre.

Tantôt en Angleterre, tantôt en Espagne, l'illustre Sébastien Cabot remplit les fonctions de pilote-royal major, qui soumettaient à son contrôle le savoir et les aptitudes de ceux qui désiraient commander les navires devant faire de longues traversées.

Nous ne savons si, en France, un tel enseignement existait au XVIe siècle. Il serait bien étonnant toutefois que Gaspard de Coligny, qui prenait sa charge d'amiral au sérieux, bien qu'il ne fût nullement marin et auquel on doit d'intéressantes tentatives de colonisation, notamment au Brésil, n'eût pas songé à donner aux futurs capitaines des vaisseaux par lesquels s'établirait une communication continue entre la France européenne et les nouvelles Frances qu'il rêvait de voir en Amérique et sans doute ailleurs, les moyens d'être à la hauteur de leur tâche. C'est aux historiens du protestantisme à nous instruire sur ce point.

Pour les hommes de ce temps, ces grands voyages ouvraient des horizons nouveaux et immenses. On découvrait de nouvelles terres, et c'est ce qui frappait le plus le vulgaire, mais de nouveaux cieux se montraient aussi aux yeux des navigateurs, qui furent quelque peu embarrassés en voyant disparaître sous l'horizon l'étoile polaire et les autres astres, qui leur servaient de guides pour se diriger.

Espagnols, Portugais et Hollandais, ces derniers surtout, s'occupèrent de grouper les étoiles nouvelles qu'ils découvraient, et d'en former des constellations. Leurs observations, au commencement, étaient naturellement défectueuses, et un géographe batave Janson Blaeu, ou Cœsius en fit faire de plus correctes par Frédéric Houtmann qui profita pour cela du temps où il était prisonnier de guerre dans l'île de Sumatra. Il fallut toutefois attendre bien longtemps, jusqu'à Halley, ou même jusqu'à La Caille pour qu'on connût avec exactitude le ciel austral.

Sur notre globe aussi, on constatait des phénomènes inattendus, comme, par exemple, ces vents alisés qui effrayèrent tant les matelots de Colomb ; vers la même époque, Vasco de Gama retrouva les moussons, ces vents qui soufflent alternativement dans un sens ou dans l'autre, que, dans l'antiquité, un pilote nommé Hippalos, avait fait connaître aux navigateurs grecs, mais qu'on avait oubliés depuis que les relations directes avaient cessé entre l'Europe et l'Extrême-Orient. Enfin, en 1513, un navigateur espagnol, nommé Alaminos, découvrit le grand courant marin que nous appelons à présent le Gulf-Stream [1].

En quelques années, donc, le savoir humain, en ce qui concerne la planète que nous habitons, s'était prodigieusement enrichi, et ceux qui réfléchissent, voyant l'idée

[1] Nous regrettons de ne pouvoir nous arrêter sur les réfractions extraordinaires qui furent observées dans les régions boréales par Wilhelm Barentz et ses compagnons. — Ces réfractions ont attiré l'attention de beaucoup d'astronomes, depuis Képler jusqu'à Le Monnier et Le Gentil.

qu'ils se faisaient de notre globe transformée d'une façon si étonnante, devenaient capables d'adopter, sur le système du monde, des opinions tout-à-fait opposées à des traditions millénaires. — Copernic allait venir, enlever la Terre de la place qu'elle usurpait au centre du monde et en faire un simple satellite du Soleil. — Ses théories pouvaient encore être contestées, mais leur victoire était certaine.

9. **Copernic.** — Ce grand astronome naquit, en 1472 ou 1473, à Thorn, petite ville qui, à une époque toute récente, faisait partie de la Prusse occidentale, mais qui, on peut le supposer, sera bientôt redevenue une ville polonaise, quand une Pologne indépendante se sera reconstituée.

Car Copernic n'était pas Allemand, comme on a trop souvent parmi nous le tort de le croire, à cause d'une phrase de Fontenelle[1], écrite sans réflexion ; c'était un Polonais. Sans doute, dans son pays natal, vivaient côte à côte des populations d'origine différente, des Slaves, des Germains, des Prussiens, qui, notons-le bien, appartiennent à une branche toute différente de l'espèce humaine, et n'ont abandonné leur idiome primitif, dialecte lithuanien, pour l'allemand, qu'au commencement du XVIII[e] siècle. Le grand homme qui nous occupe pouvait avoir dans les veines un sang plus ou moins mélangé, mais ce n'en est pas moins avec surprise qu'on voit son image dans la Walhalla, consacrée par la Bavière aux

[1] « Figurez-vous un Allemand, nommé Copernic, qui fait main-basse sur tous ces cercles et ces cieux solides qui avaient été imaginés par l'antiquité, etc... »

grands hommes de la Germanie. C'est comme si nous voulions faire de Christophe Colomb un Français, parce qu'il est possible qu'il soit né en Corse[1].

Il fit ses premières études dans les petites écoles de sa ville natale et, à l'âge de dix-huit ans, étudia à l'Université de Cracovie, la philosophie et la médecine[2]. Il suivit en même temps le cours d'Astronomie, professé par Albert Brudezewski, dont le nom mérite d'être conservé, puisqu'il a formé un tel disciple, qu'il initia au maniement de l'astrolabe.

De Cracovie, il se rendit à Vienne, où son séjour ne fut pas long, et, de là, en Italie, où il continua ses études, passant de l'Université de Padoue à celle de Bologne, où un astronome alors célèbre, Dominique Maria, le compta parmi ses auditeurs. Copernic ne tarda pas à être jugé digne d'enseigner sa science favorite à l'Université de la Ville Eternelle. Il consacra ses leçons à l'explication de l'*Almageste*. Cela ne l'empêcha pas de faire en même temps des observations ayant pour objet les éclipses, la position des planètes par rapport aux étoiles fixes et de ces dernières par rapport aux grands cercles de la sphère céleste.

Quand il fut retourné en Pologne, Copernic se fit prêtre, il avait alors vingt-neuf ans. Il était neveu de Luc Wasselrode, évêque de Warmie, qui lui fit donner en

[1] Un des biographes de Copernic, fait remarquer que celui-ci, pendant son séjour à Padoue, se fit inscrire parmi les étudiants polonais de l'Universite.

[2] En même temps, il s'adonna à la peinture, et devint très habile dans cet art ; si nous avons encore connaissance de sa physionomie, c'est à lui-même qu'on le doit, car il avait fait son propre portrait. Ce portrait appartint à Tycho-Bruhé.

1510 un canonicat à Frauenbourg, autre petite ville polonaise.

Là, il fit beaucoup de bien. Ses études médicales, couronnées par le grade de docteur qu'il avait pris à Cracovie, lui permirent de soulager les pauvres. Non seulement il leur indiquait les remèdes convenables à leur état, mais il les leur fournissait gratuitement, après les avoir préparés de ses mains.

Un autre service qu'il rendit à ses concitoyens fut de procurer à Frauenbourg l'eau qui lui manquait. Il créa une machine ingénieuse qui éleva sur la montagne où se trouve cette petite ville l'eau d'une rivière voisine. Cette eau montait à la hauteur du clocher de l'église, et, de là, des tuyaux la dirigeaient dans toutes les directions.

Tout cela n'était pas de nature à lui susciter de grandes difficultés. Celles-ci lui vinrent des différends qu'il eut avec les chevaliers de l'ordre teutonique.

Créé jadis pour faire la guerre contre les musulmans, à l'époque des croisades, ces chevaliers étaient rentrés en Europe, comme les Templiers, lorsque celles-ci prirent fin. Ils possédaient de grands biens, en particulier étaient seigneurs de Thorn et de beaucoup d'autres localités. Peut-être avaient-ils, à l'origine, rempli leur mission convenablement, mais au temps de Copernic, il y avait longtemps qu'ils étaient devenus les usurpateurs du bien d'autrui quand ils n'étaient pas de simples voleurs de grands chemins, ce qui n'a rien d'étonnant, puisqu'ils avaient à leur tête des princes de la maison de Brandebourg.

En 1513, Copernic fut chargé, par suite du décès de l'évêque, de l'administration des biens diocésains, sur

lesquels il s'aperçut que l'ordre teutonique avait commis certaines usurpations. Il s'adressa au roi de Pologne Sigismond Ier et finit par obtenir la réparation des dommages causés. Copernic était déjà en mauvais termes avec les chevaliers, sa conduite, en cette circonstance, n'était pas faite pour les ramener à de meilleurs sentiments envers lui [1].

Un mal dont souffrait particulièrement la Pologne à cette époque, c'était la circulation d'une monnaie décriée ; il en résultait les plus graves torts pour le commerce. L'ordre teutonique, d'ailleurs, véritable peste pour le pays, figurait à la tête des faux-monnayeurs. Copernic essaya encore de guérir la plaie dont souffrait sa patrie et publia en latin un *Traité des monnaies* dont Wolowski a donné une traduction française en 1864. Les intérêts coalisés empêchèrent la réalisation des réformes qu'il proposait.

Pour le dire en passant, les astronomes semblent s'être occupés, à l'occasion, assez volontiers d'économie politique, et, en particulier, des questions monétaires. C'est ce qui était déjà arrivé à Nicolas Oresme, le sage conseiller de Charles V. Les ministres anglais de la fin du XVIIe siècle avaient le bon sens de consulter Newton sur ces questions, s'en trouvèrent bien, et le récompensèrent par la place lucrative de garde de la Monnaie.

Inversement, on vit le plus illustre des économistes, Adam Smith, composer une *History of Astronomy* qui a été publiée dans ses *Essays on philosophical subjets* (1795)

[1] Pour se venger, ils le firent tourner en ridicule par des bateleurs. Il faut leur savoir gré de leur modération, car, après tout, ils auraient pu l'assassiner.

dont une traduction française parut un peu plus tard [1].

Venons maintenant à ce qui fera vraiment vivre le nom de Copernic tant qu'il y aura des hommes, à ses travaux astronomiques.

Le pays qu'il habitait n'est pas favorable aux observateurs, les brouillards de la Vistule font que les belles nuits y sont très rares, c'est ainsi que le grand astronome polonais ne réussit jamais à voir Mercure.

En fait d'instruments, on en était à peu près au même point que Ptolémée ; des quarts de cercle qui n'avaient point, à beaucoup près, les dimensions colossales de ceux d'Oloug-Beg, des règles parallactiques, voilà tout ce qu'on avait. Il n'était point question d'horloges mécaniques, et les lunettes ne furent inventées qu'à la fin du xvie siècle.

Le principal instrument que Copernic semble avoir eu à sa disposition est celui que les anciens appelaient *triquetrum*, dont voici la description sommaire :

A une règle AB, qu'on peut établir verticale, au moyen d'un fil à plomb, s'adaptent deux autres tiges, AC et BC, pouvant pivoter autour de deux chevilles A et B. La tige AD porte en C un anneau au travers duquel passe la tige AC. Les longueurs AB et AC sont égales. BC porte une division en parties égales, et, on le conçoit, selon que c'est telle division qui se trouve en C, on pourra, au moyen d'une table auxiliaire, savoir immédiatement quel est la valeur de l'angle A du triangle isocèle BAc. Si, au moyen des pinnules qui se trouvent

[1] Deux volumes in-8°, Paris, 1797. — Le traducteur est P. Prévost.

en D et E, on vise un astre quelconque, l'appareil fera connaître immédiatement la distance zénithale de cet astre, ou, si l'on préfère, sa hauteur au-dessus de l'horizon.

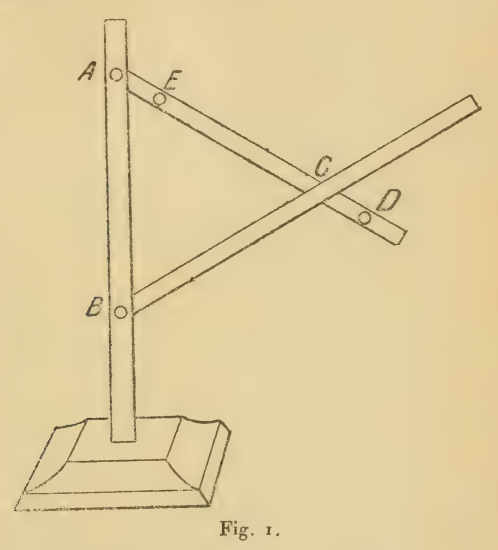


Fig. 1.

Cet instrument, certes, nous paraît bien grossier, et nul ne songerait à s'en servir aujourd'hui pour obtenir des données utiles à la science. Mais, puisqu'à l'heure où nous sommes, il est question d'introduire, dans une certaine mesure, les travaux manuels dans les établissements d'instruction secondaire, il nous semble que la construction de l'appareil que nous venons de décrire, qui, assurément, ne présente pas de bien grandes difficultés, est un des travaux qu'on pourrait le plus recommander aux élèves des classes de mathématiques. Quand

ils auraient construit un *triquetrum*, ils s'en serviraient pour observer la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon et en déduiraient l'heure exacte, au moyen du calcul trigonométrique. On n'imagine pas un exercice plus propre à leur faire bien comprendre ce que c'est, en réalité, que la cosmographie.

Tycho Brahé fut plus tard mis en possession de l'humble instrument de Copernic, il le mit à une place d'honneur, et le célébra en vers latins. Il est probable que, plus tard, il l'emporta à Prague, et qu'il a été détruit, ainsi que la plupart des reliques du grand astronome danois, en 1619, lorsque les Bohêmes se révoltèrent contre la maison de Habsbourg.

Mais ce n'est pas l'observateur qui a fait de Copernic un très grand astronome, — le plus grand peut-être de tous, — c'est le théoricien. Les observations de ses prédécesseurs, même de Ptolémée lui suffirent ; il étudia aussi tous les ouvrages astronomiques des anciens qu'il put se procurer, examina toutes les hypothèses qui s'y trouvaient et en pesa le degré de vraisemblance.

En particulier, deux opinions ayant quelque analogie lui parurent spécialement dignes d'attention. Martianus Capella, marchant sur les traces des Egyptiens, faisait tourner le Soleil et la Lune autour de la Terre. ainsi que Mars, Jupiter et Saturne, mais il donnait Mercure et Vénus comme satellites au Soleil. D'autre part, le grand géomètre Apollonius faisait tourner autour du Soleil toutes les planètes, sauf la Lune, et il lui donnait un mouvement de révolution annuel autour de notre globe, ce qui était en somme le système que Tycho Brahé devait rééditer en 1588.

Copernic fit grand cas de ces deux opinions, qui, toutes

deux, représentaient bien les mouvements de Mercure et de Vénus, et dont la seconde l'emportait en ce qui concerne les planètes supérieures. Mais il était choqué de voir que le Soleil, centre des mouvements des principaux corps célestes, n'était pas en même temps le centre du monde, et, tournant autour de la Terre, entraînait après lui les planètes, non seulement d'un mouvement annuel, mais encore d'un mouvement diurne. Il revint donc aux idées de Pythagore, ou, plus exactement, d'Aristarque, et, délogeant notre globe de sa position centrale, l'obligea à céder la place au Soleil, autour duquel elle décrivit un cercle en l'espace d'une année, tout en tournant sur elle-même en un jour. Ainsi, on s'expliquait facilement la succession des jours et des nuits ; les étoiles fixes, ainsi que les planètes cessaient d'être assujetties au mouvement diurne ; on s'expliquait alors facilement la présence du Soleil successivement dans chacun des signes du Zodiaque, tandis que, de l'astre central, on aurait vu notre globe dans le signe opposé. La précession des équinoxes s'expliquait non moins simplement, si l'on suppose que l'axe de rotation de la Terre, en 26 000 ans, décrivait un cône autour de la perpendiculaire au plan de l'écliptique, qui reste fixe sur la sphère étoilée.

Mais Copernic fut obligé de maintenir dans son système certaines complications introduites par les anciens. S'il sait expliquer les stations et rétrogradations des planètes, il ne peut toutefois absolument renoncer aux excentriques et aux épicycles, c'est ainsi qu'il fait circuler Vénus autour d'un point ayant même longitude que le Soleil moyen, et ce point autour du Soleil, qui n'est pas d'ailleurs au centre du cercle décrit par ce point. Pour Mercure, les choses sont encore plus compliquées.

En ce qui concerne la Lune, après avoir exposé la théorie de Ptolémée, et en avoir montré l'insuffisance, il propose une autre hypothèse, où il emploie toujours des épicycles, et il parvient à représenter les observations beaucoup mieux que son illustre prédécesseur. Il choisit une observation d'Hipparque déjà calculée par Ptolémée, il refait les calculs selon son hypothèse et son résultat ne diffère que de deux minutes d'arc de celui observé par Hipparque. Les latitudes ne diffèrent pas davantage.

Il ne disposait, il ne faut pas l'oublier, que d'observations imparfaites. S'il en avait eu de meilleures, aurait-il osé aller plus loin, et renoncer aux orbites circulaires, comme le fit Képler en 1609 ? Peut être. Toujours est-il qu'en apprenant aux hommes que leur habitation n'est pas absolument stable dans l'espace, contrairement au témoignage apparent de leurs sens, il fit ce qu'il y avait de plus difficile à faire ; grâce à lui, l'esprit humain fit un véritable pas de géant.

Il avait d'ailleurs le sentiment d'être infiniment audacieux, et il ne se pressa pas de faire paraître son œuvre, sans doute par crainte de se mettre quelque méchante affaire sur les bras. Avait-il grand tort ? Non, assurément, si l'on se reporte à ce qui est arrivé à Galilée un siècle plus tard.

Il semble que, dès 1507, il était arrivé à peu près aux conclusions de son travail, car c'est vers cette époque qu'il en commença la rédaction. Cette rédaction lui prit sept ans, et fut terminée vers 1514[1]. Mais il ne se hâta point de la publier, il la garda en portefeuille pendant

[1] Il semble que ce ne soit qu'en 1530, qu'il soit arrivé à l'expression définitive de ses théories.

bien des années, la revoyant de temps en temps et lui faisant subir les modifications qui lui semblaient utiles quand il avait relu telle ou telle partie de son ouvrage. Ses idées, d'ailleurs, grâce, sans doute, à ses conversations, n'étaient pas tout à fait inconnues ; aussi, les amis du chanoine de Frauenbourg souhaitaient-ils ardemment que ces idées, dont ils appréciaient l'importance, ne restassent pas confinées dans un manuscrit exposé à la destruction. Parmi ces amis, il importe de nommer Nicolas de Schœnberg, ou Schomberg, cardinal-archevêque de Capoue[1], et Tideman Gysius, évêque de Culm, que Copernic appelle son meilleur ami, et qui était aussi versé dans les Saintes Ecritures qu'expeıt dans les autres sciences. Grâce à leurs instances, Copernic finit par se décider à mettre son ouvrage et sa dédicace au pape Paul III entre les mains de Gysius qui les confia à Rheticus qui retournait en Saxe, où il se chargea d'en surveiller l'impression, qui fut terminée en 1543. Le 24 mai de cette même année, Copernic, peu de jours après avoir reçu l'exemplaire qui lui était destiné, mourut d'une hémorragie. Jusque là il avait toujours joui d'une assez bonne santé.

La première édition du *De Revolutionibus orbium cœ-*

[1] Nicolas de Schœnberg était né vers 1472, dans la Misnie (partie de la Saxe). Dès sa jeunesse, il fit un voyage en Italie, entendit Savonarole, dont l'éloquence le détermina à entrer dans l'ordre des Dominicains, où sa carrière fut brillante, car il en devint procureur-général. — Il fut professeur de théologie à Rome et à Florence, et sut se faire apprécier par Léon X, qui lui donna, en 1520, l'archevêché de Capoue. Il fut cardinal en 1535, et mourut deux ans après. Il remplit plusieurs missions diplomatiques, et faillit, n'étant pas encore revêtu de la pourpre romaine, être nommé souverain pontife.

lestium, tirée à un petit nombre d'exemplaires, fit à Copernic des disciples posthumes, mais, de son vivant, il en avait eu déjà, parmi lesquels il faut citer Georges Joachim Rheticus, (1514-1576). Celui-ci était né à Feldkirchen en Rhétie, et devint en 1537 professeur de mathématiques à Wittenberg, où il eut comme collègue Erasme Reinhold [1], qui fut aussi un des premiers coperniciens, au moins dans une certaine mesure. En 1539, Rheticus se rendit auprès de Copernic, dont il devint l'aide et le disciple. Il tenta, pour faciliter les calculs astronomiques, de construire des tables de sinus des arcs de cercle, de 10 en 10 secondes, et de minute en minute pour les tangentes et les sécantes, il est le premier qui ait montré l'importance de cette dernière sorte de lignes trigonométriques. Cette entreprise était gigantesque, Rheticus ne put la mener à bonne fin, et il fallut qu'un de ses disciples, nommé Othon, se chargeât de l'achever.

Ce qui est le plus important à dire ici, c'est que c'est Rheticus, enthousiaste de Copernic [2], qui, nous l'avons dit, surveilla l'impression de l'œuvre de son maître pré-

[1] Reinhold (Erasme) 1511-1553. Professeur de mathématiques à l'Université de Wittemberg, auteur des *Prutenicae tabulae cœlestium motuum*, qu'il dédia à son protecteur Albert de Brandebourg. Ces tables sont composées sur les observations de Copernic, comparées à celles d'Hipparque et de Ptolémée.

[2] « Je voudrais d'abord, écrit-il, très savant Schoener, que tu reconnaisses que cet homme, au travail duquel je collabore maintenant, n'est inférieur à Régiomontanus, ni comme savant dans quelque genre que ce soit, ni comme astronome habile. — J'aime mieux le comparer à Ptolémée, non que je place Régiomontanus au-dessous de celui-ci, mais parce que mon maître partage avec Ptolémée le bonheur d'avoir, grâce

féré. Cette édition est, cela va sans dire, devenue très rare. Une seconde parut en 1566, et une troisième en 1617. L'année précédente l'ouvrage avait cependant été mis à l'index[1].

Bien des années après, cette décision de l'autorité ecclésiastique empêcha le clergé de Varsovie de s'associer aux fêtes de l'inauguration de la statue de Copernic que Thorwaldsen avait faite à la demande de la Société des Amis des Sciences de Varsovie. Cette abstention, injurieuse pour un homme qui était le plus illustre fils de la Pologne et qui avait toutes les vertus d'un saint, fit un effet déplorable et ne fut pas oubliée de longtemps[2].

Tycho-Brahé. Ses instruments. Ses disciples. — Copernic avait laissé un monument plus durable que l'airain et le marbre, mais il est clair que ses idées, contraires à des opinions remontant à l'origine de l'espèce

à la bonté divine, réformé l'Astronomie. Tandis que Régiomontanus, hélas, a quitté ce monde avant d'avoir touché le but. »

C'est peut-être faire beaucoup d'honneur à Régiomontanus que de le mettre sur la même ligne que Ptolémée et Copernic.

[1] D'autres éditions ont été publiées depuis, notamment en 1854 (en latin et en polonais), et en 1873, par la *Societas Copernicana* de Thorn. Cette dernière porte la dédicace suivante . *Guilelmo, Augustissimo Imperatori Germanico, Borussorum Regi.* — On y a joint une analyse de l'œuvre de Copernic, adressée par Rheticus à Schoener.

[2] Lorsque, en 1807, Napoléon séjourna à Thorn, il s'enquit avec soin de toutes les traditions locales relatives au grand astronome, visita la maison qu'il avait habitée et qui, paraît-il, avait conservé son état primitif, tenta, mais vainement, d'acquérir le portrait de son ancien habitant, qui s'y trouvait encore, et enfin, fit réparer le tombeau de Copernic qui avait été inhumé dans l'église Saint-Jean.

humaine, ne pouvaient être adoptées que par un très petit nombre de ses contemporains. Il fallut que deux générations passassent pour qu'on leur accordât l'attention dont elles étaient dignes. Mais ce temps ne fut pas perdu ; un observateur du plus haut mérite, — Tycho-Brahé — favorisé par d'heureuses circonstances, put recueillir des matériaux d'une valeur incomparable en faisant des observations dépassant, par leur précision, tout ce qu'on avait vu jusqu'alors. Ce trésor tomba entre les mains de Képler, bien digne d'un tel héritage, qu'il sut mettre en valeur.

Tycho-Brahé était né le 13 décembre 1546, en Scanie, pays appartenant alors au Danemark. Sa famille était d'ailleurs d'origine suédoise. Son père était un gentilhomme fort entiché de sa noblesse, mais, par bonheur, c'est un des oncles maternels du jeune homme qui présida à son éducation ; il poussa son pupille vers l'étude et voulait en faire un jurisconsulte. Mais une éclipse totale de Soleil, qui eut lieu le 21 août 1560 [1], détourna l'attention du jeune Tycho vers les phénomènes célestes. Dès l'âge de dix-sept ans, avec des instruments rudimentaires, il reconnut que les Tables Alphonsines et les Tables Pruténiques s'étaient trompées, les premières d'un mois, les secondes d'un jour, dans la prédiction d'une conjonction de Jupiter et de Saturne.

Nous passons sur son séjour à l'Université de Wittemberg où il eut, à propos d'une discussion sur un sujet

[1] Les éclipses, celles de Soleil surtout, ont souvent suscité des vocations astronomiques. — Si Lalande, Messier et Maskelyne se sont consacrés à la science du ciel, c'est à l'éclipse totale de Soleil du 25 juillet 1748 qu'on le doit.

mathématique, un duel qui lui coûta le bout du nez. Tycho avait un caractère entier et querelleur, qu'il tenait probablement de son père et qui lui nuisit grandement par la suite.

Il alla rejoindre son oncle, dans son pays natal, et partagea ses occupations d'alchimiste tout en continuant ses travaux astronomiques. C'est là que, le 11 novembre 1572, il fut témoin d'un phénomène grandiose, qui fit sensation, l'apparition d'une nouvelle étoile que l'on put voir jusqu'en mars 1574. Tycho constata que ce nouvel astre n'avait point de parallaxe, et lui consacra un ouvrage spécial.

En 1575, il était sur le point de s'établir à Bâle, lorsque, sur la recommandation du landgrave de Hesse[1], le roi de Danemark, Frédéric II, lui accorda la propriété de la petite île de Hueen ou Hven, (Huena en latin) qui se trouve dans le détroit du Sund[2], avec toutes les res-

[1] Guillaume IV, landgrave de Hesse (1532-1592), observa beaucoup par lui-même, et, en même temps, donna les moyens de travail qui lui étaient nécessaires à son astronome, Christophe Rothmann, auquel il adjoignit un Suisse, Just Bürgi, mécanicien et horloger habile, qui disputa à Napier l'invention des logarithmes et à Galilée celle du compas de proportion. — Les observations faites sous les auspices de Guillaume IV ont été publiées à Leyde, en 1618, par Willebrord Snellius, qui y a joint les observations que Tycho fit en Bohême, et celles que Régiomontanus et Bernard Walther firent à Nuremberg. — Guillaume IV eut un fils, Maurice le Savant, qui s'occupa spécialement d'optique et se mit à la tête du parti qui, en Allemagne, voulait offrir la couronne impériale à Henri IV.

[2] La surface de cette île est d'environ 8 kilomètres carrés. Elle appartient aujourd'hui à la Suède. Pour la description de l'observatoire de Tycho, voir *Histoire et Mémoires* de l'Académie des Sciences, 1763.

sources pécuniaires qui devaient rendre son travail possible et fructueux. Jamais, à ce point de vue, astronome n'a été plus favorisé que Tycho Brahé.

Il commença par se faire bâtir un magnifique observatoire, qu'il nomma Uranibourg, qui se trouvait au milieu d'un parc entouré d'une haute muraille en forme de losange, orientée suivant les quatre points cardinaux. Le style de cette construction grandiose était le style gothique. Il y avait une grande tour et un grand nombre de petites, les unes comme les autres surmontées de galeries ouvertes. C'est de là qu'on observait les astres. La bibliothèque, très riche, contenait en outre les portraits de divers astronomes de l'antiquité ou des temps modernes, et un grand globe de 1^m,50 de diamètre que Tycho avait fait construire jadis à Augsbourg.

Tycho, qui semble avoir été doué tout spécialement pour la mécanique instrumentale et qui déjà, à Augsbourg, s'était fait construire un grand quart de cercle de près de six mètres de rayon, (cet instrument était en bois de chêne et fut détruit en 1574 par une tempête) voulut avoir le matériel le plus grandiose, le plus parfait possible pour son époque, et il fit faire sous ses yeux, à Copenhague, les instruments qui lui semblaient nécessaires.

Il y avait entre autres un grand quart de cercle mural d'environ deux mètres de rayon, le limbe avait treize centimètres de large et cinq d'épaisseur. Ce quart de cercle, sur lequel était peint le portrait de Tycho, était gradué à l'aide de transversales, et muni de deux visées mobiles sur l'arc.

Une foule d'autres instruments accompagnaient celui-là, entre autres un demi-cercle vertical de 2^m,40 de diamètre, mobile autour d'un axe vertical, et pourvu d'un

cercle horizontal qui servait à la mesure des azimuts, en somme, un gigantesque théodolite, et un équatorial formé d'un cercle de déclinaison de $2^m,90$ de diamètre, mobile autour de l'axe polaire et d'un demi cercle de $3^m,60$ de diamètre représentant la partie boréale de l'équateur. Cet appareil était supporté par dix-huit piliers de maçonnerie.

Il ne faut pas oublier que les lunettes n'étant pas encore inventées, les visées se faisaient au moyen de pinnules.

Nous ne pouvons, faute de place, donner la liste détaillée des autres instruments : Faisons toutefois remarquer qu'à Uranibourg, on était spécialement favorisé en ce qui concerne la mesure du temps. Tycho, en effet, disposait d'une horloge gigantesque en cuivre marquant les secondes, sa roue principale avait deux coudées de diamètre et était armée de 1200 dents. Il y avait aussi deux horloges de dimensions moindres, mais marquant aussi les secondes. Toutefois, le grand astronome n'était pas absolument satisfait de ces machines, et le landgrave de Hesse s'était trouvé dans le même cas. Aussi, Tycho Brahé tenta-t'il de mesurer le temps par l'écoulement du mercure bien purifié et revivifié, qu'il laissait écouler par un petit orifice, en ayant bien soin que le mercure fût toujours à la même hauteur dans le vase conique qui le renfermait. Le temps écoulé était proportionnel au poids du mercure tombé, ou bien, s'il était reçu dans un vase cylindrique ou prismatique, à sa hauteur à partir du niveau à l'origine. Il essaya aussi du plomb purifié et réduit par la calcination en poudre très subtile, c'est-à-dire du minium, mais, avoue-t-il, « *le rusé Mercure qui est en possession de se moquer également des astronomes et des*

chimistes, s'est ri de mes efforts, et Saturne, non moins trompeur, quoique d'ailleurs ami du travail, n'a pas mieux secondé celui que je m'étais imposé ».

C'était dans le but de construire un nouveau catalogue d'étoiles que Tycho Brahé se donnait tant de mal pour mesurer l'heure avec précision Les Anciens, quand ils faisaient des travaux analogues, mesuraient, à l'époque du premier quartier, au moyen de leurs clepsydres, la différence d'ascension droite entre la Lune et le Soleil, et comme leurs théories leur donnaient exactement, supposaient-ils, la position du Soleil, ils croyaient avoir l'ascension droite de la Lune, et, tenant compte du mouvement propre de ce dernier astre, c'est à lui qu'ils rapportaient les étoiles. Cela eût été parfait, si la théorie des mouvements de la Lune avait été rigoureusement exacte, et il n'en était rien. Tycho remplaça la Lune par Vénus qui n'a qu'un petit diamètre, dont le mouvement est beaucoup plus lent, et la parallaxe beaucoup moindre. Renonçant donc à la mesure du temps, il prenait, avec un sextant, la distance entre Vénus et le Soleil, et dès que celui-ci était couché, on comparait les étoiles à Vénus. De ces travaux, il résulta un catalogue de 777 étoiles, beaucoup plus précis que celui de Ptolémée, s'il est moins étendu. Il y a ajouté des tables de précession.

Ce catalogue, qui est rapporté à l'équinoxe de l'an 1600, a été publié dans les *Progymnasmata*, qui parurent en 1603 et furent réimprimés en 1610.

Les Anciens connaissaient la réfraction atmosphérique. — C'est un phénomène dont l'existence saute aux yeux, et qui se manifeste tous les jours par l'aplatissement apparent du Soleil levant ou couchant. — Il y en a d'ailleurs d'autres preuves, et c'est ainsi que, en différentes occasions, no-

tamment à Paris le 19 juillet 1750 [1], on a observé des éclipses de Lune alors que le Soleil n'était pas couché, en sorte qu'il semblait que ces deux astres et la Terre n'étaient pas en ligne droite, ce qui amène nécessairement à conclure que la présence de l'atmosphère terrestre a pour effet de nous faire voir les astres plus haut qu'ils ne sont en réalité.

Mais les Anciens n'avaient pas été au delà, et, ne sachant comment calculer la valeur, heureusement faible, du relèvement causé par la réfraction, ils n'en tenaient pas compte. A ce point de vue, Copernic n'était pas plus avancé qu'Hipparque ou Ptolémée.

Ce fut un grand service que Tycho rendit à la science en abordant l'étude de cette importante question.

En comparant les unes aux autres ses observations du Soleil, il constata qu'elles lui donnaient, pour la hauteur de l'équateur au-dessus de l'horizon, des valeurs différant parfois de 4′, selon qu'il la concluait d'observations faites à l'un ou à l'autre solstice. — Il croyait la réfraction nulle pour le pôle, vu sa latitude, et, par conséquent, n'avait aucun doute sur la valeur de cette dernière quantité, ainsi que sur la hauteur méridienne du Soleil les jours des équinoxes. — A l'aide d'un instrument armillaire qu'il fit construire exprès, dont l'axe était parallèle à l'axe du monde, il pouvait suivre le Soleil dans toute sa révolution diurne, et mesurait les réfractions. — Le résultat de tous ses labeurs, fut une table de réfractions, la première qui ait été construite.

La différence entre les positions observées du Soleil et

[1] Les anciens avaient remarqué des phénomènes analogues, Pline en cite un exemple.

les positions calculées était la somme algébrique de l'effet de la réfraction et de celui de la parallaxe, or, Tycho supposait que cette dernière vaut trois minutes d'angle, il en est résulté des erreurs pouvant atteindre deux minutes sur ses réfractions. Il admettait d'ailleurs qu'à partir de 45 degrés de hauteur au-dessus de l'horizon, la réfraction est nulle. Ce qui est singulier, c'est que pour lui ce n'est pas la même loi qui régit la lumière du Soleil et celle des étoiles. Il croit que cette dernière ne se réfracte plus dès que l'étoile atteint une hauteur de 20 degrés.

Tout cela s'explique par l'imperfection des instruments dont il faisait usage. Il ne faut pas d'ailleurs oublier qu'il n'avait aucune idée de la pression atmosphérique, ni de l'action de la chaleur sur la densité de l'air.

Des résultats de tous ces travaux, celui qui est le plus connu actuellement, c'est le système du monde que Tycho Brahé proposa pour remplacer celui de Ptolémée aussi bien que celui de Copernic, pour lequel il professait d'ailleurs la plus profonde admiration.

« Copernic, a écrit Tycho, a pensé qu'on devait faire du Soleil le centre des mouvements célestes ; son hypothèse est fort ingénieuse, mais elle n'est pas conforme à la vérité ; nous laisserons donc la Terre immobile au centre du monde, et nous ferons tourner le Soleil autour d'elle. »

Ailleurs, tout en reconnaissant que le mouvement de la Terre débarrasse l'Astronomie de tous ces épicycles que les Anciens donnaient à toutes les planètes, et qu'il satisfait beaucoup mieux et à moins de frais à toutes les apparences, il lui répugne néanmoins de donner « à une masse inerte, opaque et paresseuse comme la Terre, un triple mouvement contre toute vérité physique et contre

le témoignage exprès des Ecritures. » — Car Tycho Brahé est fort religieux, ce qui ne l'empêche pas d'avoir vécu, nous le verrons bientôt, en fort mauvais termes avec le pasteur (*parochus*) de son île.

Tycho faisait la parallaxe du Soleil vingt fois trop grande, et par conséquent plaçait cet astre à une distance de nous vingt fois trop petite. Il en résultait que pour lui, le volume du Soleil n'était que la huit millième partie environ de ce qu'il est réellement, ou 163 fois celui de la Terre dont les Anciens, il ne faut pas l'oublier, avaient connu les dimentions avec assez d'exactitude. Il serait donc bien étonnant que Tycho n'ait pas su, qu'au point de vue des dimensions, le Soleil est bien autre chose que la Terre, et s'il ne s'étonnait pas de voir ce corps énorme tourner autour d'un corps incomparablement plus petit, cela tenait à une idée métaphysique qu'il se faisait sur la différence entre la matière lumineuse et ardente, et la matière « inerte, opaque et paresseuse » de notre pauvre globe Cela est bien de son temps.

Malgré les grands mérites de son promoteur, le système de Tycho Brahé semble ne pas avoir eu grand succès, sauf auprès des disciples de l'astronome d'Uranibourg, qui étaient évidemment influencés par les hautes qualités de leur maître, Il semble même que les immenses défauts de son caractère aient été supportés par eux sans difficulté en raison de sa valeur scientifique. Cela n'empêche pas que, pour rendre hommage à la vérité, ils durent modifier le système tychonien, et faire des emprunts à celui de Copernic ; par exemple, on vit Longomontanus adopter le mouvement diurne de la Terre. A vrai dire, il n'y eut de lutte qu'entre le vieux système de Ptolémée et celui de Copernic.

Tycho lui-même dut soutenir une polémique avec Rothmann, un des astronomes du landgrave de Hesse, et eut le chagrin de ne pas convertir son adversaire.

Pour en finir avec les travaux astronomiques de Tycho Brahé, nous dirons qu'il a grandement perfectionné la théorie de la Lune, en ajoutant une nouvelle inégalité à celles que connaissaient les Anciens : c'est la variation, qui a son maximum dans les octants. On lui doit aussi d'avoir vu que le mouvement des nœuds de la Lune n'est pas uniforme, et que l'inclinaison de l'orbite lunaire varie dans certaines limites.

Abondamment pourvu des ressources pécuniaires ou instrumentales dont il avait besoin, aidé, dans ses travaux, par des disciples qui lui vouaient une haute considération, ayant une belle et nombreuse famille, il semble que Tycho ait été, pendant plus de vingt ans, aussi heureux qu'il est donné à un homme de l'être. Cela devait cesser.

A la mort du roi Frédéric II, qui avait été son constant protecteur, il tomba dans la disgrâce et dut quitter son île. Il partit de Huène le 29 avril 1596, et se rendit d'abord à Copenhague, puis en Allemagne, où il s'établit, d'abord à Rostock, puis aux environs de Hambourg.

Dans le plus important de ses ouvrages, son *Historia cœlestis*... etc (c'est le recueil de ses observations) qui fut publiée en 1666-1667 par Barretti, on lit les lignes suivantes : « *Taceo nunc quae circa reprobos insulares et parochum in odium mei evenerunt.* »

Et Delambre, commentant l'explication que donne Tycho de sa digrâce, ajoute, après avoir cité la phrase que nous venons de transcrire : « Si c'est là vraiment le

sens de ces expressions équivoques. il n'était pas aimé de ces habitants, il avait à s'en plaindre, Tycho paraît en tout temps entêté de sa noblesse et de son mérite ; a t-il traité ces habitants avec trop de hauteur et de dureté ? Se sont-ils vengés de ce qu'il n'était plus si bien en cour ? Ont-ils été piller et dévaster la demeure qu'il avait abandonnée ? — On serait tenté de le croire,.. etc »

Si Delambre avait connu les *Mémoires* de Daniel Huet, le savant évêque d'Avranches, mémoires qui ont été publiés en 1728, tous ses doutes auraient été éclaircis. Voici un passage que nous en citons, d'après la traduction de M. Nisard :

« Après quelques moments de repos, je fis à notre hôte[1], ainsi qu'à d'autres insulaires, une foule de questions sur Tycho et sur le château d'Uranienbourg, qui était l'objet de ma visite. Eh bien ! à ma grande surprise, ces noms leur étaient inconnus ; personne même n'en avait ouï parler. Cependant, ayant appris qu'il y avait dans l'île un vieillard qu'on disait très âgé, je l'envoyai quérir et lui demandai s'il n'avait pas eu connaissance d'un certain Tycho-Brahé, et du château d'Uranienbourg, bâti et habité par lui pendant vingt et un ans. Il me répondit que non seulement il avait connu Tycho et Uranienbourg, mais qu'il avait été pendant quelque temps un des domestiques de Tycho et mis la main à l'œuvre lors de la construction du château. Tycho, selon lui, était irritable, colère et violent, maltraitait fort ses domestiques et ses vassaux, s'enivrait et courait les femmes. Il

[1] Le pasteur de l'île de Huène, où Huet passa en 1652, se rendant à Stockholm. L'illustre érudit était loin d'être étranger aux sciences de la nature, et la mémoire de Tycho-Brahé lui inspirait une profonde vénération.

en avait épousé une de la plus basse extraction ; elle était de Knudstrup, village où il était né. Il en eut plusieurs enfants. On tenait cette alliance pour déshonorante ; l'illustre famille Brahé en avait été très offensée, etc. »

Ce témoignage explique bien des choses : Tycho avait des ennemis acharnés, en haut comme en bas de l'échelle sociale, et jusque dans sa propre famille. A l'avènement du roi Christian IV, ils l'auront dénoncé au monarque, exposé les griefs, réels ou non, qu'ils avaient contre lui, fait ressortir l'énormité des dépenses qu'exigeait l'établissement d'Uranienbourg, dépenses dont l'utilité ne pouvait être appréciée que par un bien petit nombre, et ils n'auront pas eu de peine à mettre un terme aux prospérités dont avait joui l'astronome pendant si longtemps.

Il séjourna deux ans à Hambourg, où il observa autant qu'il lui fut possible, vu le peu d'instrument dont il disposait, et où il s'occupa de la description de son ancien observatoire, qu'il publia sous le titre de *Astronomiæ instauratœ Mechanica* ; cet ouvrage fut dédié à l'empereur Rodolphe II, que Tycho cherchait à intéresser à son sort.

Il y réussit, fut nommé astronome impérial. Petit à petit, ses instruments vinrent le rejoindre ; en novembre 1600, ils se trouvaient tous à Prague, et il pouvait en user à son gré ; on lui alloua des appointements considérables, supérieurs, selon Tycho lui-même. à ceux de tous les comtes et barons de la cour. L'atmosphère de Prague ne lui semblant pas propice aux observations, l'empereur mit à sa disposition trois de ses châteaux. — L'astronome s'établit à celui de Benatek, sur la rive droite de l'Iser, en août 1599, et s'occupa immédiatement de la construction d'un observatoire et d'un laboratoire

de chimie. Mais il dut s'en tenir au projet et revint à Prague, dont il détermina la position géographique. Ce fut son dernier travail. — Une rétention d'urine emporta Tycho Brahé le 24 octobre 1601. Sur son lit de mort, on l'entendit répéter à plusieurs reprises : « *Non mihi frustrà vixisse videor.* — Il me semble que je n'ai pas vécu en vain. »

Il ne se trompait pas : ses observations, qu'il avait léguées à Képler, comme au plus capable d'en tirer parti, ont été la base de la réforme de l'Astronomie.

La postérité a été juste pour Tycho-Brahé. De nos jours, on s est beaucoup occupé de lui.

C'est ainsi qu'en 1890, un savant anglais, M. Dreyer, a consacré au tableau de sa vie un important ouvrage dont Mlle Klumpke a donné une analyse assez étendue dans le *Bulletin astronomique*.

C'est ainsi qu'à l'occasion du troisième centenaire de sa mort, en 1901, l'Académie des sciences de Danemark a publié, en *fac-simile*, une nouvelle édition de l'ouvrage que Tycho avait consacré à la nouvelle étoile de 1572.

L'Académie des sciences de Suède, voulant aussi célébrer le grand astronome scandinave. (l'île de Huène est suédoise aujourd'hui) voulait rééditer, également en *fac-simile*, son *Astronomiæ instauraæ Mechanica*. Ce projet semble ne pas avoir été mis à exécution, mais on a fait mieux, et on a entrepris de publier une édition complète des œuvres de Tycho. Quatre volumes ont été publiés dans ces dernières années, malgré les circonstances défavorables, et on peut espérer que, maintenant, les autres volumes ne se feront pas attendre longtemps.

Invention des lunettes

Les anciens ont-ils connu l'art de perfectionner la vue ?

Il semble bien que oui, car on a trouvé dans les ruines de Ninive une lentille convexe en cristal de roche, et, assurément, ceux qui l'ont eue entre les mains n'ont pu faire autrement que de constater qu'elle grossissait les objets. D'autre part, il semble impossible que certains travaux remontant à des époques très reculées, la taille de certains camées, par exemple, aient pu être exécutés, tant les détails en sont fins, par un artiste dont les yeux n'auraient eu que leur puissance naturelle.

Cependant, cette invention semble avoir été peu répandue. C'est ainsi que, dans les dernières années de sa vie, l'empereur Marc-Aurèle dut, à son grand chagrin, renoncer à peu près à la lecture.

Passons à des temps plus modernes ; peut-être Roger Bacon eut-il l'idée des lunettes, en tout cas, c'est de son temps, au XIIIe siècle, que les bésicles semblent avoir été inventées ou réinventées, si du moins on s'en rapporte à une inscription tombale qui existait jadis dans une église de Florence : l'auteur de cette invention si utile aurait été un banquier nommé Salvino degli Armati, mort en 1317.

Mais les *longues-vues* ont-elles été connues au Moyen Age ? On l'a prétendu, et même on a voulu qu'elles aient été découvertes par Roger Bacon. Certes, celui-ci était un homme de génie, mais si cette invention, si utile pour la guerre, la navigation, lui avait été due, est-il vraisem-

blable qu'elle ne soit pas devenue, pour ainsi dire, populaire, et qu'au commencement du XVIIe siècle elle ait été complètement oubliée? Autant dire que la poudre à canon, après sa découverte, aurait pu cesser d'être utilisée dans les batailles après avoir été employée une fois.

Comme beaucoup d'autres inventions, avant qu'elle fût réellement faite, celle des lunettes avait plusieurs fois été bien près de l'être. C'est ainsi que Giambattista Porta (1538-1615), dont le nom est resté attaché à la découverte de la chambre obscure, était arrivé à combiner deux lentilles et à constater que cette combinaison permettait de voir plus distinctement les objets éloignés ; mais les lentilles employées n'étaient pas à long foyer, et Porta n'arriva qu'à grossir environ deux fois les objets. Il n'avait donc pas construit, à vrai dire, une véritable lunette.

Le plus probable, c'est que l'honneur d'avoir construit la première lunette revient à un Hollandais. Ce fut sans doute Hans Lippershey, lunettier établi à Middelbourg. Quant à Jacob Adrianszoon, dit Métius, il s'occupait assurément d'optique, mais spécialement de la construction des miroirs sphériques, et c'est à tort qu'on lui a attribué la construction de la première lunette.

On trouve, en 1608, une demande de brevet et de privilège pour trente ans adressée par Lippershey aux Etats de Hollande qui répondent en demandant que l'instrument soit perfectionné, et qu'il permette d'employer les deux yeux à la fois.

Enfin, on attribue parfois cette invention à un autre lunettier de Middelbourg, Zacharias Jansen.

Il serait trop long de discuter les prétentions de l'un et de l'autre, Toujours est-il que la merveilleuse invention

fut bientôt connue dans toute l'Europe. Dès l'an 1610, Peiresc avait une lunette à sa disposition.

Galilée, sur la nouvelle de l'invention construisit, lui aussi, une lunette, peut-être identique à la lunette hollandaise et qui a, comme on sait, cet avantage de ne pas renverser les objets. Nos lorgnettes de spectacle sont de petites lunettes de Galilée.

Képler s'est beaucoup occupé d'optique, c'est à lui qu'on doit la théorie de la vision. Quand il eut reçu la nouvelle de l'invention faite en Hollande, il étudia le nouvel instrument au point de vue théorique et proposa pour oculaire un verre convexe. Les images sont renversées, mais cela n'a aucun inconvénient pour les observations astronomiques, et d'ailleurs, de nombreux avantages résultaient de la nouvelle combinaison : le champ est notablement agrandi et l'image se forme réellement entre les deux lentilles. Grâce à l'emploi d'une croisée de fils placée dans le plan focal de l'objectif, la lunette étant appliquée à un cercle divisé, devient propre à mesurer les angles. Mais c'est bien après Képler que l'astronome français Picard donna cette application importante du nouvel instrument.

Un capucin de Bohême, Schyrle de Rheita, passe pour avoir inventé la lunette terrestre, où, par l'adjonction de deux autres lentilles, les images sont redressées. C'est Schyrle qui emploie le premier les mots d'*objectif* et d'*oculaire*.

En Italie comme en France, la construction des lunettes et aussi des microscopes[1] devint une véritable industrie. Chez nous, on peut nommer parmi ceux qui

[1] Le microscope n'est pas seulement utile aux naturalistes.

s'y distinguèrent, Pierre Borel, de Castres en Languedoc (1620-1689), qui fut médecin et membre de l'Académie des Sciences. Il publia à La Haye en 1655 un ouvrage intitulé *De vero telescopii inventore*, et fournit plusieurs lunettes à l'Observatoire de Paris.

Il en fut de même de Campani et de Divini, opticiens établis à Rome ; enfin on sait qu'Huyghens ne dédaigna pas de se faire constructeur de lunettes, et qu'il tira un admirable parti des appareils sortis de ses mains.

Ces lunettes étaient bien différentes de celles d'aujourd'hui. Leurs objectifs étaient simples, et, par conséquent, pour éviter l'irisation des bords des images, il fallait que la distance focale fût très grande par rapport au diamètre de l'objectif. C'est ainsi que Huyghens avait construit un objectif ayant 70 mètres de distance focale, et qui avait 23 centimètres de diamètre. On conçoit les difficultés que présentait l'emploi de pareils instruments, quelle habileté devaient avoir les observateurs qui en faisaient usage !

Aussi, ce fut un grand progrès, quand, après bien des tentatives infructueuses, on réussit à construire des objectifs achromatiques. Il est à noter que, selon Newton, c'était un problème insoluble. On le résolut pourtant.

De nos jours, on prône volontiers l'association de la théorie et de la pratique, on conseille aux hommes d'ate-

il sert aussi aux astronomes, qui en ont fait un « micromètre ». Il n'a pas été inventé par Galilée, comme on le dit parfois, mais celui-ci construisit le premier instrument de cette sorte qui ait été vu en Italie, et contribua à le populariser. Il semble que, comme la lunette, le microscope a été inventé en Hollande Les noms de telescope et de microscope ont été proposés par le savant grec Demiscianus, membre de l'Académie des Lyncei, à Rome.

lier de s'éclairer des lumières des hommes de cabinet, et l'on a raison. Mais, où l'on a tort, c'est quand on s'imagine que les générations qui nous ont précédés ne savaient pas cela aussi bien que nous. Un des meilleurs exemples de cette association entre théoriciens et praticiens que l'on puisse citer est précisément celui qui eut pour origine la recherche des verres achromatiques, qui mit en rapport avec le grand géomètre de Bâle, Léonard Euler deux artistes du plus haut mérite Dollond et Passemant[1].

Voici quelques lignes d'Euler (*Lettres à une princesse d'Allemagne*) qu'on lira sans doute avec intérêt :

« A Paris, on a une lunette de 120 pieds, et à Londres une de 130 pieds (il s'agit de lunettes ayant des objectifs simples) ; mais les terribles difficultés de les monter et de les diriger, anéantissent presque les avantages qu'on s'en était promis. De là Votre Altesse jugera aisément combien il serait important si l'on réussissait dans la con-

[1] John Dollond (1706-1761), fils d'un Normand que la Révocation de l'Edit de Nantes avait obligé à se réfugier en Angleterre, ne se fit opticien qu'à l'âge de 46 ans. Jusque-là, à l'exemple de son père, il avait été fabricant de soieries. — Il est vrai que, dès sa jeunesse, il s'était donné à lui-même une forte instruction littéraire et scientifique. — Les titres de Dollond à cette découverte ont d'ailleurs été contestés, mais nous n'entrerons pas dans ce débat.

Claude Passemant (1702-1769), était un Parisien qui fut successivement copiste, mercier et mécanicien. Il finit par être pensionné par le roi. — On lui attribue l'invention de la machine parallatique, mais à tort, car il semble bien que Cassini employait déjà une machine de cette sorte. — On doit à Passemant plusieurs ouvrages sur la construction des instruments d'optique. Il s'y occupe spécialement de la taille et du polissage des miroirs et des objectifs.

struction de ces objectifs composés dont je viens de parler. J'en avais donné les premières idées il y a plusieurs années, et depuis ce temps les plus habiles artistes en Angleterre et en France travaillent à les exécuter ; la chose demande bien des essais et une grande adresse de la part de l'ouvrier ; et quoique j'aie fait faire par le mécanicien de notre Académie quelques essais non sans succès, les dépenses qu'une telle entreprise exige m'ont obligé d'y renoncer. »

Mais, l'année passée, la Société des Sciences à Londres a annoncé qu'un très habile artiste, nommé Dollond, en était venu heureusement à bout ; et maintenant on admire partout ses lunettes. A Paris, un aussi habile artiste, nommé Passemant, se vante d'un pareil succès, l'un et l'autre m'a fait l'honneur d'entretenir une correspondance avec moi sur cette matière ; mais puisqu'il s'agissait principalement de surmonter quelques grands obstacles dans la pratique, ce dont je ne m'étais jamais mêlé, il est bien juste que je leur abandonne la gloire de la découverte ; ce n'est que la partie théorétique qui m'appartient, et qui m'a coûté des recherches bien profondes et des calculs des plus pénibles, dont Votre Altesse serait effrayée à la seule vue : aussi je me garderai bien de l'entretenir sur cette matière épineuse. (Lettre du 16 mars 1762). »

On venait de faire une belle découverte, mais restait à la mettre à exécution. Une difficulté presque insurmontable se présentait, celle de trouver des morceaux de *flint-glass* convenables. On en avait été réduit, dans les premiers temps [1], à compter sur le hasard pour fournir ce

[1] Voir, à ce sujet, les *Mémoires pour servir à l'histoire des*

verre, qu'on ne savait pas bien fabriquer. Aussi, l'Académie des Sciences proposa-t-elle, en 1789, un prix de 12 000 livres à celui qui perfectionnerait cette fabrication et Cassini IV s'efforça d'attirer en France un habile ouvrier verrier anglais, mais d'origine française et qui désirait revenir au pays de ses aïeux, lui offrant de l'aider de tout son pouvoir à entreprendre la fabrication du verre à l'usage des opticiens.

C'est un Suisse nommé Guinand (1748-1824), qui donna à la science astronomique la matière qu'elle désirait depuis si longtemps. La persévérance qu'il mit dans les travaux qu'il dut faire pour y parvenir est comparable à celle de Bernard Palissy. Appelé à exercer ses talents dans l'atelier que Reichenbach, Liebherr et Utschneider avaient fondé à Munich[1] pour la construction des instruments de précision, il y forma un élève qui lui fit le plus grand honneur — Frauenhofer, qu'il suffit de nommer. — Les héritiers de celui-ci continuent encore à exercer leur industrie à Munich, ceux de Guinand sont venus s'établir à Paris. Ce sont eux qui ont fondu la plupart des grandes masses de verre dont on a fait les objectifs des gigantesques équatoriaux construits depuis quarante ans.

Vers 1830, il y avait en Europe un objectif achromatique de neuf pouces d'ouverture ; mais c'était une grandeur tellement exceptionnelle qu'on l'appelait, dans le monde des observatoires, « le colosse optique ». Nous avons entendu raconter cela par M. Faye. Cependant, on

sciences, Paris, 1810, par Cassini IV, et l'*Histoire de l'Observatoire de Paris*, Paris, 1897, par C. Wolf.

[1] Sur la firme de Munich, voir les *Astronomische Nachrichten*, tomes VII et VIII et le *Bulletin de la Société astronomique de France*, 1894.

ne devait pas tarder à aller beaucoup plus loin. L'opticien français Cauchoix, qui avait d'autant plus de mérite qu'il faisait ses beaux travaux étant dans une situation très embarrassée, arriva à construire un objectif de 12 pouces et demi, que le duc de Northumberland acheta pour l'observatoire de Cambridge. Enfin le grand objectif de Poulkova passa pendant longtemps pour une merveille incomparable ; il avait été taillé par Merz, successeur de Frauenhofer, et son diamètre était de 14 pouces français.

Quelques années plus tard, on voulut, en France, avoir un instrument de la même dimension, et, dans ce but, on construisit une grande coupole sur la tour orientale de l'Observatoire. Malheureusement, sans doute parce qu'Arago, déjà malade et presque aveugle, ne put en surveiller la construction d'assez près, l'instrument fourni laissa beaucoup à désirer. La distance focale de l'objectif fourni était trop longue d'environ 80 centimètres, ce qui obligea de donner à l'instrument une position telle que sa stabilité laisserait à désirer, et, d'autre part, au bout de quelques années, l'objectif fut bientôt tout à fait inutilisable, à cause des phénomènes de cristallisation qui se produisirent dans la masse du verre dont il était formé. Il fallut attendre de longues années avant que les frères Henry pussent fournir un objectif convenable en remplacement de celui-là.

Aujourd'hui [1], les objectifs ayant un diamètre de 38 centimètres (14 pouces) n'ont plus rien d'extraordinaire. Il existe dans le monde une vingtaine d'équatoriaux en ayant de cette grandeur, On a même été beau-

[1] Sur les grands instruments, voir *The Observatory*, 1914, pp. 248-250.

coup plus loin. A Strasbourg, il y a un objectif de 487 millimètres, à Washington de 660. à Vienne de 680, à Nice de 760, à Meudon de 830 et une lunette photographique dont l'objectif a 620 millimètres fait corps avec la lunette astronomique. Enfin, au Mont-Hamilton, en Californie, l'observatoire fondé par feu M. Lick possède une lunette de $17^{m},63$ de foyer avec un objectif dont l'ouverture est 914 millimètres, instrument dont la grandeur ne sera sans doute pas dépassée de sitôt, car l'expérience a prouvé que ces appareils gigantesques ne sont utilisables qu'un très petit nombre de nuits par an. et que leurs services ne sont pas proportionnés aux dépenses qu'ils nécessitent.

Avec le développement qu'ont pris les observatoires depuis un demi-siècle, il n'est pas étonnant que de nombreux artistes opticiens se soient formés dans des pays bien différents. Parmi les plus connus, on peut nommer, en outre des successeurs de ceux qui nous ont occupés déjà, MM. Alvan Clark à New-York, Grubb à Dublin, et, à Paris, les frères Henry, auxquels on doit, entre autres, les grands objectifs utilisés dans les observatoires français, et, (en particulier, ceux de Nice et de Meudon), et qui se sont fait un renom universel en appliquant, on sait avec quel succès, leurs talents associés à la construction de grands objectifs propres à la photographie, ce qui fait que leurs noms resteront indissolublement attachés à la vaste entreprise de la carte du ciel dont le succès est assuré. Prosper Henry est mort en 1903, et son frère Paul a succombé à son chagrin en 1905.

La construction des télescopes à réflexion n'a pas moins occupé les artistes et les astronomes que celle des unettes.

Les anciens avaient connu, non seulement les miroirs plans, mais aussi les miroirs convexes et concaves. Pour fabriquer ces miroirs, ils se servaient d'un métal doué d'un grand pouvoir réflecteur, argent ou bronze poli. Les miroirs en verre étamé sont de beaucoup postérieurs. C'est Vincent de Beauvais, contemporain de saint Louis, qui en fait mention le premier.

Il semble qu'un Jésuite italien, le P. Zucchi, ait eu l'idée de regarder avec une loupe l'image formée dans un miroir concave. C'était presque le télescope tel qu'il fut réalisé par Herschel. Le P. Zucchi aurait été, dit-on, le premier à voir les taches de Jupiter. On ne dit pas si c'est avec son télescope.

Une autre disposition fut rendue publique en 1663 par James Gregory [1] (1638-1675), qui devait mourir dans toute la force de l'âge, peu de temps après avoir perdu subitement la vue. On connait le système proposé par Gregory : l'image formée par un miroir concave se réfléchit dans un autre miroir concave, plus petit que le premier et tourné en sens contraire, et on la regarde, au moyen d'une loupe, à travers un trou percé dans le grand miroir. Gregory ne put d'ailleurs réussir à faire construire son télescope qui resta à l'état de projet. Ce fut Hooke, le rival de Newton en beaucoup de choses, qui obtint ce succès. Parmi les artistes qui perfectionnèrent l'invention de Gregory, il faut nommer James Short, opticien anglais, (1710-1768).

En 1672, un Français, nommé Cassegrain proposa de

[1] Un neveu de James Gregory, nommé David Gregory (1661-1710), se distingua aussi comme astronome et physicien. Plus que personne, il contribua au succès des doctrines de Newton.

remplacer le petit miroir concave de Gregory par un miroir convexe. La longueur totale de l'instrument était ainsi diminuée.

• En cette même année 1672, Newton ne dédaigna pas de construire de ses propres mains un télescope. — Comme on sait, dans le télescope de Newton, les rayons réfléchis par le grand miroir concave sont rejetés de côté par un petit miroir plan interposé et l'image qu'ils forment examinée au moyen d'une loupe. — Newton devait faire grand cas de cette invention, car il la soumit à la Société Royale de Londres quand il voulut en devenir membre, et, cependant, il avait déjà fait des travaux bien plus importants, car, si sa grande découverte de l'attraction universelle n'était qu'ébauchée, il avait opéré la décomposition de la lumière. Il jugea sans doute que l'invention de son télescope était plus à la portée de l'appréciation de la plupart des membres de la Société Royale.

Malgré le grand avantage qu'ils présentaient sur les lunettes, puisque avec eux on n'avait pas à se préoccuper de la question d'achromatisme, ces instruments ne semblent pas avoir été beaucoup employés. Il existait, vers la fin du XVIII[e] siècle, à l'Observatoire de Paris, un télescope qui avait 24 pieds de longueur focale et 22 pouces et demi d'ouverture. Il pouvait à la fois être employé selon le système de Newton et celui de Cassegrain. — Son constructeur était le frère Noël, ancien marchand de chandelles d'Amiens qui avait abandonné son métier primitif pour se faire moine et opticien et qui semble ne pas pas avoir été sans talent — Mais nous le répétons, nous n'avons pas connaissance d'observations faites d'une façon suivie avec cet appareil, qui n'a sans doute servi qu'à contenter quelquefois la curiosité des amateurs. —

Vers cette époque, on construisit des télescopes dont le miroir était en platine. Il y en avait un à l'Observatoire de Paris. C'était une innovation due à l'abbé de Rochon (1741-1817) astronome et physicien distingué qui, au commencement de sa carrière prit part à des expéditions maritimes et mourut directeur de l'observatoire de Brest.

C'est William Herschel qui rappela l'attention des astronomes sur l'importance de ces instruments. Ce n'est pas ici le lieu de rappeler la biographie bien connue de ce grand astronome. — On sait qu'ayant commencé par un télescope de cinq pieds de foyer, il arriva à en construire un dont la distance focale était 39 pieds, et le diamètre du miroir 4 pieds 10 pouces (1^m,47). — Il va sans dire que ce ne fut pas une petite affaire que de monter l'instrument dont ce miroir, qui pesait plus de 1000 kilogrammes, faisait partie ; et, à cette occasion, Herschel montra qu'il n'était pas moins habile comme mécanicien que comme observateur et comme opticien.

Sans doute pour ne pas se donner le chagrin de mutiler, en y pratiquant un trou, les beaux miroirs qui lui avaient coûté tant de peine, Herschel n'adopta ni le système de Gregory, ni celui de Cassegrain. Il ne donna pas non plus la préférence au système newtonien, et observa directement, au moyen d'une loupe tenue à la main, les images fournies par le miroir [1]. — L'observateur, tournant le dos à l'objet observé, regardait donc directement dans celui-ci, et sa tête interceptait une partie des rayons lumineux mais dans tous les systèmes de télescopes on a

[1] Le grand miroir était placé un peu obliquement par rapport au tuyau, de façon que les images se formaient très près du bord de celui-ci.

un inconvénient équivalent. — L'observateur se trouvait donc à l'ouverture du télescope, porté par une estrade qui se déplaçait au besoin.

Herschel avait un procédé de travail qu'il importe de faire connaître. Il entreprenait à la fois la fabrication de plusieurs miroirs de la même grandeur, mettait de côté le meilleur, et cherchait à améliorer les autres ; lorsqu'un de ceux-ci devenait supérieur au premier, c'est lui qui était mis à part, et on continuait toujours de la même façon. On obtenait donc à coup sûr des résultats excellents, mais au prix de quel labeur !

Herschel avait employé des télescopes dont le grand miroir était en verre (on ne nous dit pas si ce verre était argenté, mais c'est probable), mais la plupart des miroirs qu'il a construits étaient formés d'un alliage de cuivre et d'étain qui avait l'inconvénient de s'oxyder, ce qui nécessitait de temps en temps un nouveau polissage, autrement dit, le renouvellement de la partie la plus pénible du travail. Cet inconvénient, non plus qu'un autre, non moins grave, qui est la différence entre la température de l'atmosphère et celle du télescope, à cause de la grande masse de celui-ci [1], n'empêcha point un grand seigneur irlandais, lord Rosse (1800-1867) d'en construire un de dimensions encore plus colossales que le grand instrument d'Herschel. Ce télescope à $16^{m},76$ de long, son diamètre est de $1^{m},83$, le miroir pèse 3809 kilogrammes, et l'ensemble de la machine 104 quintaux métriques. C'est avec cet instrument qu'on a découvert les magnifiques nébuleuses

[1] Aussi Herschel estimait-il que, dans le cours d'une année, sous le ciel anglais, il n'y avait pas plus de cent heures où il pût faire œuvre utile avec son grand télescope.

en spirale qui offrent tant d'intérêt au point de vue des problèmes de la cosmogonie.

Ces miroirs gigantesques, d'un poids monstrueux, qu'il fallait repolir fréquemment, et dont le prix était excessif (le télescope de Rosse revint à 300 000 francs), faisaient payer bien cher les découvertes qu'on leur devait. — Nous avons vu que Herschel avait déjà fait usage de miroirs en verre. C'était une idée à laquelle on devait revenir, et qui se présenta à peu près simultanément à l'esprit de Steinheil (1832-1893) et de Léon Foucault (1819-1868). — La grande supériorité de ce dernier tenait à l'emploi d'un procédé par lequel il arrivait à transformer un miroir sphérique, dont la forme est relativement facile à obtenir, en un miroir dont la surface était rigoureusement un paraboloïde de révolution. — Une couche très mince d'argent, facile à renouveler en cas de besoin, faisait que l'astronome avait à sa disposition une surface réfléchissante aussi parfaite qu'il pouvait le désirer.

Parmi les principaux miroirs sortis des mains de Foucault, on peut en citer un de 40 centimètres de diamètre, appartenant à l'Observatoire de Paris, et qui est un vrai chef d'œuvre, deux de 80 centimètres, faisant partie des télescopes de Marseille et de Toulouse, et enfin, celui de $1^{m},20$ de diamètre, du grand télescope de l'Observatoire de Paris. Ce dernier miroir auquel Foucault n'a pu mettre la dernière main, ne semble pas avoir justifié toutes les espérances qu'il avait fait concevoir.

Depuis l'époque de Foucault, de nombreux opticiens ont marché sur ses traces. C'est ainsi qu'en 1870, M. Grubb à livré à l'observatoire de Melbourne (Australie) un télescope du système de Cassegrain ayant $1^{m},22$ de

diamètre et $8^m,50$ de distance focale, qu'à côté de sa gigantesque lunette, le Lick-Observatory possède un réflecteur de 910 millimètres d'ouverture, et $5^m,34$ de distance[1] focale ; qu'à Meudon, on trouve un télescope dont le miroir, taillé par les frères Henry, a un mètre de diamètre avec une distance focale de trois mètres seulement.

Enfin, à l'Observatoire du Mont Wilson[2], création gigantesque de la Carnegie-Institution qui se trouve en Californie, à 2400 mètres au-dessus du niveau de la mer, on a un télescope géant dont le miroir a $1^m,50$ de diamètre et $7^m,60$ de distance focale. C'est une merveille au point de vue mécanique comme au point de vue optique. C'est M. Ritchey qui a exécuté la taille de ce miroir colossal, qui cependant ne semble pas suffisant encore, car on a entrepris la construction d'un instrument qui doit dépasser de beaucoup celui dont nous parlons. — Il s'agit d'un télescope dont le miroir aura 100 pouces anglais de diamètre (environ $2^m,50$) et dont la grande épaisseur (30 centimètres) diminuera l'altération de forme causée par la pesanteur à ces grands miroirs selon la position qu'on leur donne. — Ce verre pèse 4000 kilogrammes, et sa fonte, effectuée à Saint-Gobain, a offert de grandes difficultés.

[1] Une succursale du Lick-Observatory, qui se trouve au Mont San-Cristobal, près Santiago (Chili) a un réflecteur, monté dans le système Cassegrain, dont l'ouverture est 930 millimètres.

[2] Cet observatoire est exclusivement consacré à l'étude des phénomènes solaires. — Le 60 pouces du Mont Wilson a été dépassé par le 72 pouces d'Ottawa ; se piquant d'émulation, il veut avoir un 100 pouces, dont nous disons quelques mots plus loin.

A l'heure actuelle, l'instrument n'est pas, que nous sachions, encore terminé.

Ces grands appareils sont employés soit directement, soit à donner des photographies. Ils sont surtout propres à donner d'excellentes images des nébuleuses, à cause de la grande quantité de lumière qu'ils reçoivent. On peut aussi leur adapter un spectroscope, et photographier les spectres des astres.

Il nous reste à parler de divers appareils, qui sont des cas particuliers des lunettes, ou qui en simplifient l'usage.

Le premier est l'héliostat, inventé par Borelli, vers le milieu du XVIIe siècle. Cet instrument sert à renvoyer les rayons du Soleil dans une direction constante, ce qui en facilite l'étude.

Un miroir-plan fixé à un axe parallèle à l'axe du monde, et, faisant un angle constant avec cet axe, tourne autour de celui-ci par l'effet d'un mouvement d'horlogerie. Si on commence par régler la position de ce miroir en sorte que sa normale soit la bissectrice de l'angle formé par l'axe du monde et la ligne qui vise le centre du soleil, la déclinaison de cet astre ne variant que très lentement, on voit immédiatement que ses rayons se réfléchissent selon l'axe du monde. C'est par erreur qu'on a attribué cette invention à Fahrenheit, qui cependant peut bien l'avoir faite de son côté, ainsi qu'au physicien hollandais S'Gravesande, que Voltaire félicitait en ces termes : « Depuis Josué, personne avant vous n'avait arrêté le soleil ».

D'autres dispositions, dont ce n'est pas le lieu d'indiquer les détails, sont dues, entre autres, à Silbermann, à Gambey et à Foucault.

C'est le système de ce dernier qui avait été adopté pour

le gigantesque appareil qu'on voyait à l'Exposition de 1900. Une lunette de 60 mètres de distance focale, pourvue de deux objectifs, l'un visuel, l'autre photographique, recevait dans une direction constante les rayons réfléchis par un miroir plan de deux mètres de diamètre. — Mais cet instrument sensationnel, qui fut admiré par une foule innombrable, n'a réellement pas été mis en expérience, et il n'a rendu aucun service. On peut en lire la description dans l'*Annuaire* du Bureau des Longitudes, année 1899.

Le coelostat est un genre particulier de sidérostat, dont la pièce principale est un miroir plan passant par l'axe du monde autour duquel il tourne, avec une vitesse angulaire qui est précisément la moitié de celle du mouvement diurne, en sorte qu'il lui faudrait 48 heures pour faire un tour complet. — Il ne semble pas qu'il en ait été construit de nombreux spécimens. Toutefois, l'observatoire de Meudon en possède un.

La pièce la plus difficile à obtenir pour la construction d'un sidérostat, c'est le miroir plan. Les travaux préliminaires donnent, en général, un miroir sphérique, et, quand on cherche à le transformer, on n'arrive le plus souvent qu'à changer le sens de sa courbure, et à le rendre convexe de concave qu'il était en premier lieu, ou *vice-versa*. Ce n'est qu'avec des peines infinies, qu'on obtient la surface limite, le plan.

Il existe un autre appareil qui, bien qu'il ait été inventé par un Français, Bouguer, n'a jamais été employé en France et qui ne se trouve que dans un seul de nos observatoires. C'est l'héliomètre. On sait que la pièce principale de cet instrument est un objectif coupé en deux et dont une moitié peut se déplacer en glissant à côté de

l'autre, qui reste fixe. — Ce déplacement donnera, par exemple, deux images du Soleil au lieu d'une, et, en amenant ces images à être tangentes l'une à l'autre, on aura un moyen de mesurer le diamètre du Soleil. De là le nom de cet instrument, qui permet aussi de déterminer l'angle de position et la distance de deux astres voisins, de deux étoiles doubles, par exemple.

L'héliomètre a fourni des résultats importants. Ainsi, c'est avec lui que Bessel a trouvé le premier, en 1838, la parallaxe d'une étoile ; (la 61e du Cygne). Mais on conçoit que le possesseur d'un objectif excellent ait peine à se résoudre à le couper en deux, c'est ce qui explique que cet appareil ne se soit pas plus répandu.

Un des plus grands mérites de Foucault est d'avoir su trouver le moyen de transformer d'une manière continue les surfaces des miroirs qu'il travaillait. Peu à peu, d'un miroir sphérique, il faisait un miroir ayant la surface d'un ellipsoïde de révolution, qu'il transformait en paraboloïde par l'éloignement de plus en plus grand de l'un de ses foyers, En outre, il avait des procédés pour reconnaître quelles étaient les parties de la surface qui se trouvaient en avant ou en arrière de la surface théorique, et, par des retouches locales, il arrivait à transformer son miroir en une véritable surface mathématique.

Si la mort ne l'avait pas enlevé à quarante-neuf ans, et s'il lui avait été donné de jouir d'une santé passable pendant quelques années, il aurait sans doute perfectionné de même la taille des objectifs de lunettes, c'était, dans tous les cas, un but qu'il se proposait d'atteindre, et ses travaux sur les miroirs n'étaient, dans sa pensée, qu'une préparation à ceux qu'il rêvait de faire sur les lunettes.

A son défaut, d'autres savants ont marché sur ses

traces. C'est ainsi qu'à l'observatoire de Potsdam, M. Hartmann a consacré beaucoup de temps à l'étude du grand réfracteur photographique de 80 centimètres d'ouverture. Par l'emploi de diaphragmes qui permettaient de n'admettre que les rayons lumineux ayant traversé telle ou telle partie de cet objectif, il a pu signaler au constructeur les parties défectueuses de sa surface, et, par la retouche de ces parties, on est parvenu à diminuer les défauts de cette pièce, sans pouvoir toutefois les annihiler complètement.

Dans le dernier demi-siècle, on a introduit d'autres innovations, dans le but de diminuer la fatigue des observateurs, condamnés jusqu'alors à prendre des positions parfois fort pénibles pendant une grande partie de la nuit. Grâce aux équatoriaux coudés dûs à feu M. Lœwy, leur travail est devenu beaucoup moins fatigant. Ce n'est pas le lieu d'insister ici sur les détails de ces nouveaux instruments, et nous nous bornerons à renvoyer à leur description, publiée par MM. Lœwy et Puiseux dans le vingtième volume des Mémoires de l'Observatoire de Paris.

Képler. — « Il est consolant, a écrit Le Verrier, lorsqu'on fixe ses regards sur la méchanceté des hommes, de la voir tellement impuissante à faire le mal, que lors même qu'elle paraît triompher, elle n'est en réalité qu'un instrument pour l'exécution des décrets de la Providence. Enlevez à Newton la connaissance des lois de Képler, et il ne découvrira pas le grand principe de l'attraction. Képler lui-même, quels que soient son génie et sa puissance de divination, épuisera en vain son esprit dans la recherche des lois du monde, si l'observation précise des mouvements célestes ne lui sert de guide. Mais les maté-

riaux qui lui sont indispensables ont été recueillis dans une petite île de la mer Baltique, et lorsque le moment sera venu de les mettre en œuvre, guidé par une main invisible, Tycho-Brahé, quittant sa retraite, viendra lui-même les confier au génie qui doit les féconder ! »

La rencontre de ces deux hommes fut en effet un grand bonheur pour l'un comme pour l'autre, bien que le savant danois, assurément, n'ait pas cessé de déplorer la disgrâce qui l'avait frappé, alors qu'il aurait dû s'en féliciter, s'il lui avait été donné de lire dans l'avenir. Képler, de son côté, quand il fut un des auxiliaires de Tycho, n'eut guère à s'en louer dans le présent. « Tycho, écrivait-il, est un homme dur et hautain, avec lequel on ne peut vivre. » Lui non plus, il ne se doutait pas de son bonheur.

Tout est contraste entre ces deux hommes, dont l'un, grand seigneur, riche de sa personne, a été, de plus, le favori des rois et, pendant toute sa vie, on peut le dire, a obtenu sans difficulté tout ce qui lui était nécessaire pour ses travaux. Orgueilleux de sa noblesse encore plus que de ses mérites scientifiques, il a eu des funérailles princières[1], et sur sa tombe, qui se trouve dans la Teynkirche de Prague, on voit son effigie qui le représente revêtu d'une armure de chevalier. Képler, lui, est né d'une famille d'origine noble, paraît-il, mais qui était bien déchue, car les parents du futur astronome en étaient

[1] Quelques années plus tard, la veuve et les enfants de Tycho-Brahé se trouvaient dans l'indigence, et, lorsque Képler, en 1627, présenta à l'empereur Ferdinand II ses *Tables Rudolphines*, construites d'après les observations de leur père, ils y joignirent une pétition pour appeler sur eux la commisération du souverain.

réduits, pour gagner leur vie, à tenir une auberge où leur fils eut parfois à remplir les fonctions de garçon cabaretier, quand il ne gardait pas les bestiaux, Toute sa vie se passa dans le travail le plus assidu et le plus mal rétribué. Il eut de grands chagrins de famille, et, en particulier eut à défendre devant la justice sa mère, qui, accusée d'être sorcière, risquait d'être livrée au bûcher. Finalement, à près de soixante ans, il se rendait de Linz à Ratisbonne pour essayer de se faire payer l'arriéré de ses appointements quand il mourut dans cette ville, et on ne sait même pas au juste à quel endroit ses restes mortels furent déposés. Il fallut près de deux siècles pour qu'on songeât à lui élever un monument funéraire ! Quel contraste avec la carrière de Tycho-Brahé !

Quoiqu'il en soit, Johann Képler était né, le 16 mai 1571 à Wila dans le duché de Wurtemberg. Sa santé éiait délicate, et ce fut sans doute un bonheur, car il est à croire que cette circonstance détermina ses parents, qui semblent d'ailleurs avoir été des gens assez peu recommandables, à ne pas lui donner un métier manuel, et à le faire étudier. Quand il eut fait ses études élémentaires, il entra à l'illustre Université de Tubingue ; on le destinait à la théologie, et, assurément, il était là, mieux que partout ailleurs, destiné à recevoir l'enseignement qui ferait de lui un pasteur disert et savant. Il s'était même distingué déjà dans ce genre d'études, et avait prêché avec quelque succès. Mais on enseignait aussi les mathématiques à Tubingue, et les leçons de Mœstlin[1] firent de Képler un géomètre.

[1] Michel Moestlin, né en 1550, mort en 1631, fut successivement professeur de Mathématiques à Heidelberg et à Tu-

Celui-ci expliquait à ses élèves les œuvres d'Euclide, d'Archimède et d'Apollonius. Il enseignait aussi l'Astronomie, surtout d'après Ptolémée ; quant à la doctrine de Copernic, il la réservait pour des entretiens particuliers qu'il avait avec ses élèves de prédilection, parmi lesquels Képler figurait au premier rang. Il ne pouvait d'ailleurs, dans ses leçons, expliquer complètement toutes les parties de la science ; c'est ainsi que ses disciples possédaient assez mal, paraît-il, la trigonométrie sphérique, sans doute faute d'un nombre de leçons suffisant. Il y avait là une lacune que Képler dut réparer par son travail personnel.

Au commencement de l'année 1594, Képler fut appelé à Grätz en Styrie, et il enseigna les Mathématiques au gymnase protestant de cette ville[1]. En outre, il dut composer chaque année, un calendrier, ce qu'il fit de 1595 à 1599, et à ces calendriers, il lui fallut joindre des prédictions relatives aux phénomènes météorologiques, aux récoltes, aux événements politiques, etc., car c'était indispensable pour assurer la vente. Képler s'exécuta, et fut, paraît-il, parfois assez heureux dans ses pronostics.

bingue, où les observations astronomiques et la composition de plusieurs ouvrages l'occupèrent non moins que son enseignement. Il était copernicien, sans oser le dire bien haut, et, frappé des aptitudes du jeune Képler, il s'occupa tout particulièrement de lui ; pour nous, c'est son principal titre de gloire.

[1] Il y avait aussi à Grätz une université catholique et, dans cette ville, une grande animosité existait entre les fidèles des deux cultes. Képler, bien qu'il fût un protestant très zélé, semble avoir eu fort peu de goût pour les querelles religieuses. Il vécut même en assez bons termes avec les Jésuites de Grätz pour que ceux-ci, à une certaine époque, aient conçu, mais bien en vain, l'espoir de le ramener au catholicisme.

On est amené naturellement à se poser la question suivante : Képler croyait-il à l'astrologie ?

Il semble bien que oui, au moins dans une certaine mesure. Mais il s'efforça toujours de n'en conserver que ce qui ne lui semblait pas trop absurde, et d'ailleurs, s'il avait besoin d'excuse, il faut se rappeler que le plus clair de son revenu provenait de ses prédictions basées sur les phénomènes célestes, et que s'il n'eût été en même temps astrologue, l'astronome n'aurait pu vivre, à notre grand préjudice. D'autres astronomes en grand renom, et Tycho lui-même, qui n'avait aucunement besoin de faire le devin, croyaient fermement à l'influence des astres sur les choses humaines, et à la possibilité de calculer cette influence.

Du reste, Képler s'est justifié lui-même quand il a écrit cette phrase si connue : « De quoi peut-on se plaindre, si une fille folle soutient et nourrit sa mère qui est sage, mais pauvre. »

En 1596, Képler, âgé de vingt-cinq ans, publia son premier ouvrage, dont nous abrégerons le très long titre, en l'appelant son *Prodromus Dissertationum continens mysterium cosmographicum*, ou même en n'employant que ces deux derniers mots.

Il avait été, en premier lieu, choqué du grand intervalle qui sépare l'orbite de Mars de celle de Jupiter, et s'était imaginé qu'une autre planète, inobservée jusqu'alors à cause de sa petitesse, pouvait circuler entre les deux. On sait que, le premier jour du XIXe siècle, Piazzi découvrit la petite planète Cérès, intermédiaire entre Mars et Jupiter, et que celle-ci a été suivie d'une multitude d'autres, si bien qu'à l'heure actuelle, là où Képler voulait une planète, en 1916, d'après l'*Annuaire* du Bureau

des Longitudes, on en connaissait 783, et que le millier ne tardera sans doute pas à être atteint,

Qu'aurait dit Képler d'une pareille richesse?

Il supposait aussi une autre planète, circulant entre Mercure et Vénus. Mais il renonça bientôt à cette idée, et crut découvrir une loi entre les rayons des orbites planétaires, supposées circulaires.

Cette loi, la voici :

Képler suppose une sphère ayant le Soleil pour centre et passant par la Terre. A cette sphère il suppose circonscrit un dodécaèdre auquel il circonscrit une nouvelle sphère ; sur la surface de celle-ci se meut Mars. De même à la sphère de Mars, il circonscrit le tétraèdre, et sur la sphère circonscrite à ce dernier circule Jupiter. Employant encore un nouveau polyèdre, le cube, il obtient la sphère sur laquelle se trouve l'orbite de Saturne.

Dans l'autre sens, il inscrit dans la sphère correspondant à la Terre un icosaèdre, la sphère inscrite dans celui-ci compte l'orbite de Vénus parmi ses grands cercles. Enfin, si dans la sphère de Vénus on inscrit un octaèdre, Mercure se déplacera sur la sphère inscrite dans ce dernier polyèdre.

Et, comme il n'y a que cinq polyèdres réguliers, il n'y avait plus à s'inquiéter de rechercher de nouvelles planètes.

Dans cet ouvrage de sa jéunesse, Képler avait pressenti une des grandes lois qui devaient immortaliser son nom, celle qui établit une proportion entre les temps des révolutions des planètes et les grands axes de leurs orbites. Mais les valeurs numériques qu'il attribuait à ces quantités n'étaient pas assez exactes pour que cette loi pût être considérée comme rigoureusement démontrée. Vingt-

deux ans de travail lui furent encore nécessaires pour que ce but fût définitivement atteint.

C'est dans son ouvrage intitulé *Harmonices Mundi*, publié en 1619, que l'on trouve l'énoncé de cette grande loi. Képler l'avait découverte le 15 mai 1618, ou du moins, avait reconnu qu'elle est inconstestablement vraie, car il l'avait déjà entrevue à une date un peu antérieure. Du reste, voici ses propres paroles :

« Si vous voulez en connaître le moment précis sachez que ce fut le 18 mars 1618. Conçue, mais mal exécutée, rejetée comme fausse, revenue le 15 mai avec une nouvelle vivacité, elle a dissipé les ténèbres de mon esprit. Elle est si pleinement confirmée par les observations de Tycho, que je croyais rêver et faire quelque pétition de principe. Mais c'est une chose très certaine et très exacte, que la proportion entre les temps périodiques de deux planètes est précisément sesquialtère de la proportion de leurs distances moyennes. »

Képler considérait l'*Harmonices Mundi* comme se reliant à son premier ouvrage, le *Mysterium cosmographicum*, aussi, quand il publia sa nouvelle œuvre, il y joignit une nouvelle édition de la première.

Tycho-Brahé reçut, en 1598, un exemplaire du *Mysterium cosmographicum* que lui avait envoyé l'auteur. En le lisant, il conçut une haute idée de celui-ci, et l'invita à venir prendre part à ses travaux, à Prague, où, comme nous l'avons vu, il s'était transporté après sa disgrâce.

Cette invitation venait fort à propos, car l'archiduc Ferdinand, devenu gouverneur de la Styrie, avait pris des mesures de rigueur contre les protestants et ordonné la fermeture de leurs écoles. Képler, en particulier, se

trouva dans une situation fort pénible, car il venait d'épouser une femme qui avait déjà eu deux maris et qui lui avait apporté en dot quelques biens-fonds, et ces biens, il était tenu de les vendre dans un délai de quinze jours.

Dans le courant de l'année 1600, Képler se rendit donc à Prague, et devint un des collaborateurs de Tycho. Ce ne fut pas pour longtemps, car l'astronome danois quitta ce monde le 24 octobre 1601. Képler hérita de ses manuscrits, que Tycho jugeait, avec raison, ne pouvoir déposer en de meilleures mains, quoique ce ne fût pas sans déplaisir qu'il vît Képler préférer l'hypothèse de Copernic sur la constitution du monde solaire au système que lui-même avait proposé.

Il semblait que la mort de Tycho dût être pour Képler l'occasion, sinon de la fortune, au moins d'une position assurée. Il fut, en effet, nommé mathématicien de l'empereur, et, en un autre temps, cela eût pu être avantageux, car Rodolphe avait la passion, sinon de la science du ciel, du moins de l'astrologie judiciaire. Mais les temps étaient loin d'être favorables, la guerre ravageait le pays, et les caisses publiques étaient toujours vides. Képler, dont la famille était rapidement devenue nombreuse [1], avait grand'peine à obtenir quelques acomptes sur ce qui lui était dû.

Il n'en travailla pas moins avec ardeur, et c'est de cette époque que date le plus important de ses ouvrages, dont le titre abrégé est *Physica cœlestis tradita ex commentariis de motibus stellæ Martis*.

[1] Il eut en tout douze enfants, dont beaucoup moururent en bas-âge.

Ce livre, qui parut en 1609, a pour fondement les observations de Tycho-Brahé Lalande a dit que tout astronome devait le lire au moins une fois dans sa vie.

Et, en effet, on y trouve les véritables fondements de la physique moderne, céleste aussi bien que terrestre, notamment en ce qui concerne la pesanteur. Notons ici que Képler s'est toujours soucié beaucoup des phénomènes dont notre globe est le théâtre et notamment de ceux du magnétisme terrestre.

Le *De motibus stellæ Martis* se divise en cinq parties subdivisées elles-mêmes en soixante-dix chapitres dont nous ne pouvons, on le conçoit, reproduire les arguments.

En tête de cet ouvrage se trouve une introduction où l'auteur se déclare franchement copernicien, mais son admiration pour le grand astronome polonais ne l'empêche pas de modifier les hypothèses de celui-ci, de façon à faire coïncider plus rigoureusement les résultats de l'observation avec ceux du calcul. On avait supposé, comme un axiome, que le mouvement naturel aux astres est le mouvement circulaire. Pour Képler, il n'y a de mouvement naturel que le mouvement rectiligne, ce qui indique qu'il entrevoyait le principe de l'inertie que Newton devait formuler nettement quatre vingts ans plus tard,

Copernic, tout en admettant le mouvement de la Terre, ce qui était un immense progrès, n'avait pas proposé un système aussi simple qu'on se le figure communément. Pour expliquer les inégalités du mouvement des planètes, il avait dû, d'un côté, conserver les excentriques, c'est-à-dire supposer que le soleil ne se trouve pas au centre des orbites planétaires, et il n'avait pas

pu non plus supprimer les épicycles, car ce grand astronome n'avait pas pu se résoudre à renoncer au principe pythagoricien des mouvements circulaires et uniformes. C'était Képler qui devait faire ce nouveau pas en avant.

Il essaya d'abord d'étudier le mouvement de Mars en admettant comme vraies les hypothèses de Tycho-Brahé, mais les résultats de ses calculs ne purent jamais concorder avec les observations qu'à 8 ou 9 minutes près. Képler connaissait trop bien la valeur des observations faites à Uranibourg pour admettre que ces erreurs pussent s'élever si haut, et, rendant à Tycho la justice qu'il méritait comme observateur, il le détrôna comme théoricien et revint aux idées de Copernic, tout en les modifiant de la façon la plus heureuse.

Il calcule, pour un certain nombre de positions observées de Mars, les trois éléments de son orbite, à savoir le rayon vecteur, l'excentricité et la position de la ligne des apsides, et il trouve des valeurs différentes de celles que l'on connaissait déjà avec une certaine approximation. Après de longs calculs, recommencés maintes fois, il arrive à croire que l'orbite de Mars est une courbe symétrique par rapport à la ligne des apsides et que cette courbe est un *ovale*, ou bien celle qu'on obtiendrait en coupant un œuf par un plan passant par son axe. Enfin, il s'aperçoit d'une erreur qu'il a commise et, la corrigeant, il arrive à la première de ses célèbres lois, et déclare que Mars décrit une ellipse dont le Soleil occupe un des foyers, et, plus tard, il montra que cette loi s'applique aux autres planètes.

Il entrevoit la seconde de ses grandes lois, celle qui nous apprend que les aires décrites par le rayon vecteur

d'une planète sont proportionnelles aux temps. Mais c'est seulement dans son *Epitome astronomiæ copernicanæ*, qu'il fit paraître à Linz en 1618, qu'il en donna une démonstration rigoureuse.

Il n'en était pas moins en droit d'être fier du résultat de son travail obstiné qui l'avait torturé longtemps, c'est lui qui nous le dit, presque assez pour lui faire perdre la raison. Aussi, la dédicace de son ouvrage à Rodolphe II est-elle un véritable chant de triomphe, où il fait toutefois allusion aux énormes difficultés qu'il a eues à vaincre, aux malheurs domestiques qu'il doit supporter, à la misère même qui l'accable, et qui, finalement se termine par une demande d'argent des plus explicites :

« Mais je supplie Votre Majesté de songer que l'argent est le nerf de la guerre, et de vouloir bien commander à son trésorier de livrer à votre général les sommes nécessaires pour la levée de nouvelles troupes. »

Képler eut alors sans doute un moment de joie, car Rodolphe ordonna de lui payer l'arriéré de ses appointements qui se montait à 2 000 thalers et d'y ajouter une somme égale. C'eût été un grand bonheur pour lui et sa pauvre famille si cet ordre eût été exécuté, mais il ne le fut pas. Et, en 1617, Képler réclamait encore à ce propos, envers l'empereur Mathias, successeur de Rodolphe.

Et, cependant, Képler n'avait dit que la stricte vérité en parlant de ses malheurs domestiques. Des maladies, causées peut-être par la misère, frappèrent sa famille ; il perdit un enfant âgé de sept ans, et sa femme, atteinte d'une fièvre nerveuse, finit par devenir folle et mourut le 3 juillet 1611.

L'empereur Rodolphe mourut le 20 janvier 1612. Ne pouvant compter sur la bienveillance de Mathias, son

successeur, Képler dut chercher une autre position. Il demanda donc et obtint une chaire qui était vacante à Linz, dans la Haute-Autriche, et fut, en conséquence, chargé d'enseigner à la fois les mathématiques, la philosophie et l'histoire !

A Linz, les autorités locales semblent l'avoir assez bien accueilli. Képler eut toutefois quelques difficultés avec le principal des pasteurs de la ville, à cause de ses opinions religieuses.

Revenant sur ses premières idées, il publia, en 1622, ses *Harmonices Mundi*, ouvrage très analogue à son *Mysterium cosmographicum*. Dans ce livre, il parle de Géométrie, d'Astronomie et d'Astrologie, (il s'y déclare devenu partisan de cette dernière science, dont il doutait d'abord, mais dont il a fait un examen sérieux, après avoir lu ce que Pic de la Mirandole a écrit pour la réfuter) de l'âme de la Terre, âme intelligente qui a le sentiment des raisons géométriques et des harmonies archétypes. C'est là encore qu'on le voit parler de la musique des corps célestes, nous déclarer que, dans cette musique, Saturne et Jupiter font la basse, Mars le ténor, la Terre et Vénus la haute-contre, enfin, Mercure le fausset. Enfin dans ses *Harmonices Mundi*, marchant sur les traces d'un médecin et philosophe anglais nommé Robert Fludd, il assimile la Terre à un monstrueux animal, dont nous serions la vermine !

C'est dans cet ouvrage, qui donne la plus haute idée des facultés de Képler, de sa puissance de travail inouïe, de sa persévérance qui venait à bout de tous les obstacles, et aussi de l'engouement qu'il avait parfois pour des idées mystiques, et indémontrables que l'on trouve, ainsi que nous l'avons dit, la troisième de ses grandes lois aux-

quelles son nom doit, non seulement l'immortalité, mais aussi la popularité !

Se voyant dans la nécessité de donner une mère à ses enfants, et une directrice à sa maison, dès le 30 octobre 1613, il se remaria avec une jeune fille d'Eferding, près Ratisbonne, nommée Suzanne Reutlinger et âgée de vingt-quatre ans.

Laissons de côté sa vie privée, toujours laborieuse et difficile, venons en à un de ses plus grands ouvrages, aux *Tabulæ Rudolphinæ*, qu'il publia en 1627, à Ulm, et qui devaient servir pendant bien longtemps aux calculs astronomiques.

Il est impossible d'analyser des Tables astronomiques, le plus simple est de rapporter le jugement de Delambre sur les Tables Rudolphines :

« Ces Tables, nous dit l'historien de l'Astronomie, étaient encore bien imparfaites, sans doute, mais elles avaient, sur toutes celles qui les avaient précédées, et même sur celles que d'autres auteurs ont publiées quelques années après, des avantages certains. Les équations du centre y sont calculées rigoureusement dans l'ellipse, ainsi que les rayons vecteurs. On y a vu, pour la première fois, les calculs des longitudes, et surtout des latitudes géocentriques, faits sur des principes vrais et tels qu'on les pratique encore aujourd'hui ; c'est véritablement de cette époque que datent les Tables modernes. Enfin, la théorie des éclipses de Soleil, et le calcul des différences des méridiens par les éclipses sujettes à la parallaxe, date également de ces Tables. »

Képler eut beaucoup de peine à imprimer ces Tables, car Linz fut assiégé par les paysans en révolte. Il se compte d'ailleurs au nombre des heureux parmi les habitants,

n'ayant pas souffert de la faim, et même, n'ayant pas été réduit à se nourrir de viande de cheval, — chose rare —. A l'arrivée des armées impériales, il envoya à la cour une pétition pour être autorisé à se transporter à Ulm avec le matériel nécessaire pour l'impression de son œuvre. Il obtint cette autorisation, et partit avec sa famille et tout ce qu'il possédait. De Ratisbonne, où il laissa trois de ses enfants avec leur mère, il se rendit à Ulm dans une charrette qu'il conduisait lui-même, sans se séparer du manuscrit de ses Tables, et de son attirail d'imprimeur.

Son désir était, après avoir terminé cette impression, de pouvoir trouver quelque ville où il pourrait expliquer la construction de ses Tables devant des auditeurs assez nombreux, « s'il se peut, en Allemagne, ou, autrement, même en Italie, en France, en Belgique ou en Angleterre, pourvu que le salaire soit suffisant pour un exilé. »

Il semble donc que Képler, assez peu attaché au sol natal, comme beaucoup d'Allemands, avait envisagé l'idée d'aller s'établir ailleurs que dans son pays. L'état de la France, alors gouvernée par le cardinal de Richelieu, était infiniment supérieur à celui de l'Allemagne, et il était tentant d'y aller vivre. Une lettre de Bernegger[1] à Képler, adressée en 1627, engage ce dernier à profiter de l'influence que Lingelsheim, conseiller de l'électeur

[1] Bernegger (Mathias) — 1582-1640 — était un ami de Képler qui enseignait à Strasbourg l'histoire et l'éloquence et qui se fit connaître en publiant le *De Mundi systematibus* de Galilée. Képler avait pour secrétaire un Savoyard, nommé Gringallet, auquel il donna son portrait, qui appartint plus tard à Bernegger. — Celui-ci déposa ce portrait à la bibliothèque de Strasbourg, où il a été détruit par le bombardement de 1870.

palatin, avait auprès des ambassadeurs du roi de France en Allemagne. — Mais ce ne fut qu'une idée passagère que Képler semble n'avoir pas gardée longtemps, car on ne voit pas qu'il en ait fait part à son ami Gassendi —. On peut, du reste, le regretter, car le grand astronome était loin d'être un *indésirable* —. Mais les temps n'étaient pas propices. A une époque antérieure, les superstitieux Valois [1] auraient peut-être fait de lui un de leurs astrologues ; plus tard, au beau temps de Colbert, il aurait assurément siégé à l'Académie des Sciences, à côté de Huyghens, de Roemer et de Cassini, et ses dernières années auraient été à la fois heureuses et fécondes.

Au lieu de cela, il en fut réduit, pour vivre, à devenir l'astrologue du célèbre Wallenstein. Il est à remarquer que, bien qu'il fût Wurtembergeois comme Képler, Schiller n'a pas nommé le grand astronome ni dans son *Histoire de la Guerre de Trente Ans*, ni dans son *Wallenstein*.

Nous avons dit que malgré son attachement aux principes de la Réforme, Képler, au commencement de sa carrière, avait eu de bonnes relations avec des Jésuites,

[1] Ils ne l'étaient guère plus d'ailleurs que la plupart des princes leurs contemporains. On sait que c'est l'apparition de la comète de 1556, qui décida Charles-Quint à abdiquer.

A propos de ce grand souverain, disons qu'il avait à son service un astronome, Petrus Apianus (1495-1551), dont le vrai nom, Bienewitz, singulière combinaison d'un mot germanique et d'un mot slave, veut dire *fils de l'abeille*. On lui doit plusieurs ouvrages, notamment une *Cosmographia, sive Descriptio universi orbis*, plusieurs fois réimprimée. C'est Apianus qui a remarqué le premier que les queues des comètes sont toujours dirigées à l'opposé du Soleil.

Son fils Philippe, mort en 1589, lui succéda dans sa charge.

mathématiciens comme lui, et parmi lesquels on doit nommer le célèbre Guldin. Ces bonnes relations, qui font honneur au bon sens de l'un et des autres, persistèrent, et c'est grâce à l'appui de membres de la Compagnie de Jésus que Képler fut attaché au service de Wallenstein, qui devait lui payer 12000 thalers par an, ce qui était fort beau, mais, par malheur, les paiements furent loin d'être réguliers. Képler ne fut pas d'ailleurs longtemps consulté par Wallenstein, car c'est en 1629 que l'Empereur lui permit de devenir l'astrologue du célèbre homme de guerre, et dès 1630, Képler, qui n'avait pas eu à se louer de ce dernier, devenait professeur à Rostock. Comme nous l'avons dit, il mourut le 15 novembre 1631, dans une chambre d'auberge, à Ratisbonne.

Jusqu'à présent, nous nous sommes surtout attaché à présenter au lecteur les ouvrages astronomiques de Képler, mais ceux-ci n'ont pas épuisé, à beaucoup près toute son activité.

C'est de son temps que Néper (1550-1617), baron écossais qui employa sa vie à des controverses théologiques bien oubliées et à des recherches mathématiques dont les résultats ont immortalisé son nom[1], fit la merveilleuse invention des logarithmes, qui ont tant soulagé les calculateurs. A vrai dire, le savant écossais avait eu des précurseurs qui avaient entrevu son idée, mais n'avaient pu arriver à en tirer toutes les heureuses conséquences qu'elle renferme. Tel fut, par exemple, un pasteur wurtembergeois, Michel Stifel[2] (1487-1567) qui avait signalé

[1] Les événements ont empêché qu'on célébrât, en 1917, ainsi qu'on l'avait projeté, le troisième centenaire de Néper.

[2] Michel Stifel qui se mêlait aussi d'astrologie, se crut autorisé à annoncer la fin du monde pour le 30 octobre 1533. Se

les propriétés de deux progressions, l'une arithmétique, l'autre géométrique, se correspondant terme à terme, mais il ne songea point à interpoler des nombres, de plus en plus rapprochés, entre deux termes de chacune de ses progressions. Nous avons dit déjà qu'un Suisse, nommé Jost Bürgi ou Byrge avait fait des travaux analogues à ceux de Néper, mais ils ne furent publiés que six ans après ceux du baron écossais.

Quoi qu'il en soit, Néper avait un ami, nommé Henri Briggs, professeur de Mathématiques au collège Gresham, à Londres. A eux deux, ils convinrent de substituer à la base que Néper avait primitivement donnée à son système, ou à ce que l'on appelle aujourd'hui le nombre $e = 2,71828.$, la base 10. — Néper étant mort sans avoir pu calculer les premières tables de logarithmes, Briggs se substitua au défunt, et publia d'abord une table des logarithmes des 1000 premiers nombres, et, quelques années plus tard, une seconde table contenant les logarithmes des nombres allant de 1 à 20 000 et de 90 000 à 100 000. — Gellibrand, Gunther et Vlacq, élèves de Briggs, complétèrent ces lacunes. Depuis cette époque, un grand nombre de tables de logarithmes a été publié.

Képler fut un des premiers à apprécier le mérite de cette admirable invention. En 1624, il publia une *Chilias logarithmorum*, précédée d'un traité où il démontre les

fiant à leur pasteur, ses paroissiens se préparèrent consciencieusement à la mort en mangeant gaiement tout leur bien. — Quand ils furent détrompés, se voyant ruinés sans remède, ils s'en prirent au malencontreux prophète et le rouèrent de coups. On eut grand peine à l'arracher vivant de leurs mains. — Stifel n'en demeura pas moins convaincu de la vérité de l'astrologie.

propriétés des logarithmes ; cet ouvrage est dédié au landgrave Philippe de Hesse. — Néper avait établi sa doctrine par la considération du mouvement, et cela déplaisait à beaucoup de mathématiciens à qui cette notion semblait étrangère au sujet. — C'est pour leur donner satisfaction que Képler composa sa *Chilias,* à laquelle il donna plus tard un supplément.

Nous avons dit que notre astronome s'intéressait beaucoup aux phénomènes physiques. — Il n'y a donc pas à s'étonner qu'il ait composé des *Ad Vitellionem Parapolimena quibus Astronomiæ pars optica traditur.* — Il s'y occupe beaucoup des réfractions, dont il a construit une table fort exacte, et, ce qui est très digne de remarque, il affirme, bien avant Pascal, la pesanteur de l'air, au risque, dit-il « de soulever contre lui tous les physiciens qui le font léger. »

Il a aussi écrit une *Dioptrique,* et l'on sait que l'oculaire convexe de nos lunettes astronomiques porte encore son nom.

En 1600 et en 1604, on vit se renouveler le phénomène qui, en 1572, avait si vivement impressionné le public. On revit deux nouvelles étoiles, la première dans le Cygne, la seconde dans le Serpentaire. A chacune de ces étoiles il a consacré un traité, et, dans le second de ces traités, il fait remarquer, après Bède le Vénérable, que Jésus-Christ est né deux ans avant notre ère vulgaire.

Les questions de mathématiques pures l'ont beaucoup occupé, il a, dans un ouvrage spécial, que lui inspira le

[1] Vitellio était un Dominicain polonais du XIIIe siècle, dont le remarquable ouvrage sur l'optique, περὶ ὀπτικῆς n'a été imprimé qu'en 1572. — Son véritable nom semble avoir été Witelo ou Witek.

désir de savoir si les règles employées pour le jaugeage des tonneaux étaient exactes, (la *Nova Stereometria doliorum* (1615),) il a, un des premiers introduit dans le langage géométrique l'idée de l'infini. On trouve dans ce livre les principes de la méthode *de maximis et minimis*.

Quelques années après la mort de Képler, son gendre Bartoch et son fils Louis Képler s'occupèrent successivement de publier un ouvrage posthume de leur illustre père. Le *Somnium Kepleri* parut en 1634, c'est un roman philosophique et astronomique.

Dans cet écrit, Képler suppose qu'un Islandais, faisant partie du personnel de l'observatoire d'Uranibourg, ayant pu obtenir, malgré le mauvais vouloir de Tycho Brahé, de retourner dans son pays, y retrouve sa mère qui était une sorcière, et celle-ci le met en rapport avec un magicien qui revient de la Lune, et qui explique à ses interlocuteurs ce que sont les phénomènes astronomiques pour les habitants de notre satellite, qu'il appelle *Lévanie*.

Il va sans dire que l'astronomie des Lévaniens est fort différente dans la nôtre. Les habitants de la partie de la Lune qui est tournée vers la Terre, ou les *subvolves* [1], jouissent d'un merveilleux spectacle qui manque aux *privolves*, car ils voient notre globe semblable à une Lune gigantesque, dont les dimensions linéaires sont environ 3,5 fois celles de notre Lune, et qui présente des phases supplémentaires de celles de la véritable Lune, pleine Terre correspondant à nouvelle Lune, etc.

[1] Képler suppose que les Lévaniens donnent à notre globe le nom de *Volve*, à cause de son mouvement de rotation sur lui-même, qu'ils ont pu observer facilement, et qui leur a permis de connaître sa surface beaucoup plus vite que les hommes n'ont pu le faire.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce sujet, mais le *Somnium Kepleri* mériterait d'être traduit et publié à part.

Après sa mort, Képler n'a guère été plus heureux que de son vivant. — C'est seulement en 1808, nous l'avons dit, qu'un monument a été élevé à sa gloire[1], et il lui a fallu encore attendre un demi siècle pour qu'on se décidât à publier une édition complète de ses œuvres. Le premier volume a paru en 1858, le huitième et dernier en 1870.

Quant à ses manuscrits, ils furent achetés par Hévélius, et après la mort de celui-ci, devinrent la propriété de Michaël Hansch ; natif de Dantzick et professeur de Mathématiques à Leipzig, qui aurait bien voulu pouvoir les publier, mais n'eut les moyens de faire imprimer qu'une partie de la correspondance. Vers 1774, grâce aux instances d'un Nurembergeois, ami des sciences et des arts, M. de Murr, qu'Euler appuya de tout son pouvoir, ces manuscrits furent achetés par Catherine, impératrice de Russie. Ils sont maintenant à la bibliothèque de l'observatoire de Poulkova. Espérons que les graves événements dont la Russie est le théâtre n'ont pas causé leur destruction.

Galilée — Ce grand homme, dont le nom est si populaire dans le monde entier, était né dans cette féconde Toscane qui avait déjà donné à l'Italie et au genre humain Dante, Pétrarque, Giotto, Masaccio, Machiavel,

[1] La description de ce monument a été publiée sous le titre de *Monumentum Keplero dicatum, die 27 decembris* 1808. Les planches de cet ouvrage sont un des premiers produits de l'art lithographique.

Léonard de Vinci et Michel-Ange ! Quelle autre contrée sur notre globe pourrait s'enorgueillir de tels enfants ?

Fils d'un gentilhomme florentin, Galileo-Galilei était né à Pise en 1564. Plus âgé que Képler, auquel il survécut, ses premiers écrits ne furent cependant publiés qu'après les premiers ouvrages de l'astronome allemand.

Il y avait à Pise une université, Galilée commença par y étudier la médecine, mais son penchant vers les sciences mathématiques l'emporta, et, à vingt-cinq ans, il les enseignait dans une des chaires de cette même université où il touchait d'ailleurs des appointements dérisoires. Un franc de notre monnaie française d'aujourd'hui, tel était alors son salaire journalier ! On conçoit qu'il ait profité de la première occasion qui s'offrit pour changer de position.

Ce qui est important à noter, c'est que c'est pendant son séjour dans cette ville, qu'il s'aperçut de l'isochronisme des oscillations d'un pendule ; c'est dans la cathédrale de Pise, où, apparemment, il ne suivait pas l'office avec une grande attention, que le mouvement d'une lampe [1] le mit sur la voie de cette découverte si riche en conséquences. C'est aussi sur les fameuses tours penchées de sa ville natale qu'il fit ses fameuses expériences sur la chute des corps.

Il montra d'abord que, quelque soit leur poids, pourvu que l'on fasse abstraction de la résistance de l'air, tous les corps tombant mettent le même temps à parcourir le même chemin. La plus simple des expériences, celle qui consistait à laisser tomber en même temps du haut d'une

[1] Ce lustre, chef-d'œuvre remarquable du XIIe siècle, existe encore.

tour des sphères de poids différents et à constater qu'elles atteignaient le sol au même instant[1], vint contredire Aristote, à la grande colère de ses sectateurs.

Et, en substituant à la chute libre la chute le long d'un plan incliné, il reconnut que les vitesses d'un corps se mouvant sous l'action d'une force constante en grandeur et en direction sont proportionnelles aux temps écoulés depuis l'origine du mouvement. Il en déduisit, par un procédé géométrique ingénieux, que les espaces parcourus sont proportionnels aux carrés des temps. Ces derniers travaux, commencés à Pise, furent poursuivis à Padoue.

Ajoutons, d'une manière générale, que le savant florentin s'est beaucoup occupé de mécanique, il semble être celui qui, le premier, a complètement saisi l'importance de la loi de combinaison des mouvements, des vitesses, des accélérations, des forces, selon la règle du parallélogramme. D'autre part, c'est lui qui reconnut avant tout autre l'existence du principe des vitesses virtuelles, au moins dans certains cas particuliers.

C'étaient là de beaux travaux qui en présageaient d'autres. Ils ne suffirent pas à lui valoir le respect de ses élèves qui sifflèrent ses leçons parce qu'ils ne le trouvaient pas assez respectueux envers Aristote ! C'était une raison de plus pour qu'il désirât quitter sa patrie. Aussi, dès 1592, le trouve-t'on professeur à Padoue. Il devait y séjourner dix-huit ans.

C'est pendant qu'il habitait cette dernière ville qu'il fit

[1] Une autre forme d'expérience était de faire osciller des pendules de même longueur, mais de poids différents. — La durée de leurs oscillations était la même.

une des inventions qui contribuèrent le plus à rendre son nom populaire. La rumeur publique lui ayant appris que le hasard avait fait découvrir à un Hollandais un merveilleux instrument qui augmentait prodigieusement la puissance de la vue, il se mit au travail et, mettant à profit ses connaissances en Optique, en une nuit il inventa la lunette qui porte son nom, et la fit construire sur le champ.

Il s'en servit immédiatement pour étudier le ciel, et fut récompensé de son labeur par de nombreuses découvertes, et d'abord, par celle des montagnes de la Lune, nouveau désagrément pour les aristotéliciens ; puis, il s'aperçut qu'au voisinage de Jupiter, quatre petites étoiles se trouvaient constamment, accompagnant la planète dans son mouvement autour du Soleil. Comme, à ce moment, il venait d'être rappelé à Florence par le grand-duc Côme II, il donna à ces satellites le nom d'*astres de Médicis*. Enfin, les taches du Soleil, les apparences singulières que présente Saturne (son instrument ne lui permit pas de distinguer nettement l'anneau), la décomposition de la Voie Lactée en un nombre infini d'étoiles, toutes ces nouveautés, dont la connaissance se répandit rapidement dans le public, lui valurent une renommée incomparable.

Et cependant, ce n'étaient là que des découvertes d'un ordre secondaire, que beaucoup d'autres auraient pu faire aussi bien que lui, s'ils avaient eu une lunette à leur disposition. Il n'y a donc pas à s'étonner que des réclamations se soient élevées à leur sujet. C'est ainsi que Scheiner, (1575-1650) Jésuite allemand, et un autre Allemand, Frison d'origine, Johann Fabricius (1587. ?) prétendirent avoir découvert les taches du Soleil avant lui, que Simon Marius (Mayr), (1570-1624) astronome

du margrave de Brandebourg, disait avoir découvert les satellites de Jupiter, qu'il voulait dédier à la maison princière à laquelle il était attaché.

Nous ne discuterons pas ces prétentions, et nous nous bornerons à répéter que le véritable titre de gloire de Galilée, c'est d'avoir fondé la Mécanique [1].

Toutes ces découvertes sensationnelles, Galilée les fit connaître au public par un ouvrage spécial, le *Sidereus Nuntius*, qui parut en mars 1610. Képler, qui croyait avoir trouvé l'explication du nombre des planètes par la considération des polyèdres réguliers, fut un peu décontenancé en apprenant que Galilée venait de découvrir quatre nouvelles planètes (les satellites de Jupiter), mais il pensa immédiatement qu'alors Mars doit avoir, lui aussi, deux satellites, (on les a découverts en 1877), Saturne, cinq ou huit, et Vénus un [2]. On a cru bien des fois avoir découvert ce dernier mais,, jusqu'à présent, on

[1] Voici l'opinion de Lagrange à ce propos :

« Avant lui, on n'avait considéré que les forces qui agissent sur les corps à l'état d'équilibre, et, quoiqu'on ne pût attribuer l'accélération des corps pesants et le mouvement curviligne des projectiles qu'à l'action constante de la gravité, personne n'avait encore réussi à déterminer les lois de ces phénomènes journaliers d'après une cause aussi simple. Galilée a fait, le premier, ce pas important, et a ouvert par là une carrière nouvelle et immense à l'avancement de la Mécanique. »

« Cette découverte... ne procura pas à Galilée, de son vivant, autant de célébrité que celles qu'il avait faites dans le ciel ; mais elle fait aujourd'hui la partie la plus solide et la plus réelle de la gloire de ce grand homme. »

[2] Dans la Dissertation que Képler adressa à Galilée à cette occasion, il exprime le regret de ne pas posséder une lunette qui lui rendrait possible la vérification de ces belles découvertes.

a dû reconnaître qu'on avait été induit en erreur par quelque circonstance imprévue.

Toutes ces belles découvertes, qui avaient valu à l'astronome florentin un renom qu'on peut, sans exagération, qualifier d'universel, furent pour lui, tout le monde le sait, la cause de persécutions que l'on qualifierait d'odieuses, si l'on ne savait qu'elles auraient pu aller beaucoup plus loin. Il ne faut pas oublier , en effet que, dans la dernière année du XVI[e] siècle, le philosophe Giordano Bruno avait été brûlé vif à Rome, et que parmi les motifs qui amenèrent sa condamnation, figurait cette opinion que les étoiles peuvent être des Soleils analogues au nôtre, autour desquels circulaient sans doute des planètes peut-être habitées !

Copernic avait annoncé que si son système était vrai, il devait en résulter que Vénus devait avoir des phases tout à fait semblables à celles de la Lune, et que, si jamais on découvrait quelque moyen de perfectionner la vue, ces phases deviendraient parfaitement visibles. Galilée, dont la première lunette ne grossissait que trois fois les objets, parvint bientôt à un grossissement dix fois plus considérable, il aperçut alors parfaitement les phases de Vénus, et il y avait là de quoi le rendre copernicien, s'il ne l'eût déjà été. En tout cas, s'il lui restait quelques doutes, ils s'évanouirent immédiatement.

Ses découvertes lui avaient, comme nous l'avons déjà dit, aliéné les dévots d'Aristote et aussi ceux de Ptolémée. Il faut y ajouter une troisième sorte de dévots, qui d'ailleurs se confondait souvent avec les deux premières, les fanatiques de l'Ecriture Sainte, qui prétendaient que toutes ses phrases devaient être regardées comme n'exprimant jamais que des choses vraies à la lettre, et pour qui

contredire ce sens littéral, si peu que se fût, était un crime digne des peines les plus graves.

Galilée le savait bien, et, pour tâcher de détourner l'orage qui menaçait d'éclater sur sa tête, il s'était efforcé de prouver que, lorsque l'Ecriture dit que, sur l'ordre de Josué, le Soleil s'arrêta au *milieu du ciel*, il faut entendre par ces derniers mots, non pas le méridien, car s'il eût été midi il devait s'écouler encore sept heures avant la nuit, ce qui était suffisant pour que la victoire fût complète, mais le centre de la sphère céleste, où se trouve le Soleil, qui n'a d'autre mouvement que sa rotation sur lui même. C'est cette rotation qui s'arrêta, et avec elle tous les mouvements célestes.

C'était subtil, mais cette explication ne satisfit pas ses adversaires. Un Dominicain, le P. Caccini, l'attaqua publiquement dans un sermon où il avait pris pour texte ce passage de l'Evangile :

« *Viri Galilæi, quid statis aspicientes in cœlum ?* »[1]. Le supérieur général des Dominicains fit d'ailleurs toutes sortes d'excuses à l'astronome, se déclarant bien fâché d'être responsable de toutes les bêtises (*sic*) que pouvaient commettre trente ou quarante mille moines.

Galilée n'en fut pas moins condamné, le 23 février 1616, par une congrégation de cardinaux qui affirma ce qui suit :

« Dire que le Soleil est fixe au centre du monde et

[1] Ce que Ponsard a traduit de la manière suivante dans sa tragédie de *Galilée* :

« Ecoutez ce que dit l'Apôtre : Vers les cieux,
Pourquoi, Galiléens, tournez-vous donc les yeux ?
C'est ainsi que d'avance il lançait l'anathème
Contre toi, Galilée, et contre ton système ! »

immobile de tout mouvement local est une proposition absurde et fausse en philosophie, et formellement hérétique, parce qu'elle est expressément contraire à la Sainte Ecriture. »

« Dire que la Terre n'est pas au centre du monde, ni immobile mais qu'elle se meut, même d'un mouvement diurne, est aussi une proposition absurde et fausse, et théologiquement parlant, au moins erronée quant à la foi. »

Ce n'était en somme qu'une censure morale, et aucune formalité humiliante ne fut infligée à Galilée [1], et même, quelques jours après la promulgation des décrets, le pape Paul V, qui était cependant un homme peu intelligent et très obstiné, lui accorda une audience et se montra bienveillant pour lui. Assurément, cela n'était pas pour satisfaire tout le monde, et des fanatiques auraient voulu voir Galilée condamné au feu ; dans ce cas, on peut être certain que le P. Caccini se serait donné le plaisir d'apporter son fagot pour grossir le bûcher [2].

On doit donc savoir grand gré aux inquisiteurs de leur modération. Ils ne doivent même pas être accusés d'avoir recherché le conflit ; celui-ci était inévitable entre la phisosophie et l'autorité [3]. Copernic le prévoyait déjà, et l'on sait toutes les précautions qu'il avait prises pour éviter d'en être victime. A défaut de Galilée, un autre en eût été l'occasion.

[1] Du même coup, le *De Revolutionibus orbium cœlestium* dut subir certaines corrections.

[2] On peut dire cela sans calomnie, car ce moine, qui semble avoir été un ennemi personnel de Galilée, était un fort méchant homme.

[3] Voir à ce sujet l'ouvrage du philosophe Jean Reynaud, *Terre et Ciel*, Paris, 1854, p. 239 et sqq.

Seulement, l'astronome florentin n'était pas homme à tenir tête indéfiniment caché ce qu'il tenait pour vrai, à laisser, comme dit l'Ecriture, la chandelle sous le boisseau ; en 1632, il publia son fameux livre des *Dialogues*, qui fit d'autant plus sensation qu'il s'adressait au grand public, étant écrit, contrairement à l'usage du temps, en italien et non en latin.

Dans ces *Dialogues*, Galilée met en scène trois personnages, Sagredo, Salviati et Simplicio, qui discutent entre eux les mérites respectifs des systèmes de Ptolémée et de Copernic ; et, naturellement, de l'ensemble du livre, c'est la supériorité de ce dernier qui ressort avec évidence.

Des trois interlocuteurs, c'est Simplicio qui est le partisan de Ptolémée, et, par malheur pour Galilée, on s'imagina, à tort ou à raison, que Simplicio désignait le pape Urbain VIII (Maffeo Barberini) qui avait succédé à Paul V en 1623.

Ce pontife avait été l'ami de Galilée ; il avait même jadis célébré en vers latins ses découvertes astronomiques, mais, quand il se crut tourné en ridicule, il changea complètement d'attitude envers le savant. — Le Saint-Père ne pratiquait pas le pardon des injures. — Il faut dire que Galilée avec son esprit prodigieusement caustique, avait réussi à faire une vraie caricature du naïf Simplicio. L'auteur n'avait pas formulé de conclusion, mais celle-ci s'imposait invinciblement à l'esprit du lecteur [1].

[1] Galilée n'a d'ailleurs pas toujours raison dans ses dialogues. Sans s'en douter, il met dans la bouche de Simplicio la véritable explication du phénomène des marées, c'est-à-dire l'attraction de la Lune. Quant à lui, c'est le mouvement diurne et le mouvement de translation de notre planète qu'il assigne comme cause au gonflement périodique des eaux de l'Océan.

Ce livre, qui a mérité d'être comparé aux *Provinciales* de Pascal, souleva des colères formidables contre son auteur, d'autant plus que le fait d'être écrit en langue vulgaire lui valut une véritable popularité. On sait le reste : déféré au Saint-Office, Galilée, bien qu'il ait été traité avec certains égards, fut condamné, le 22 juin 1633 ; il fut contraint, en présence de sept cardinaux, de rétracter, en chemise, la doctrine du mouvement de la Terre.

«... C'est pourquoi voulant effacer des esprits de vos Eminences et de tout chrétien catholique cette suspicion véhémente conçue contre moi avec raison, d'un cœur sincère et d'une foi non feinte, j'abjure, maudis et déteste les susdites erreurs et hérésies, et généralement toute autre erreur quelconque et secte contraire à la susdite Sainte Eglise.

... Et si je connais quelque hérétique ou suspect d'hérésie, je le dénoncerai à ce Saint-Office, ou à l'inquisiteur, ou à l'ordinaire du lieu où je serai, etc »

Quant au fameux mot : *E pur si muove*, il est clair qu'il n'a pas été prononcé. S'il l'eût été, les juges n'auraient pu faire autrement que de prononcer des peines corporelles, et probablement la mort. — Galilée n'a pas été torturé, c'est l'opinion des historiens les plus sérieux. — On a eu pour sa personne tous les égards qu'il pouvait espérer ; en dehors de son humiliante rétractation, il n'eut à subir qu'un emprisonnement plutôt nominal que réel, et l'obligation de réciter à certaines dates les psaumes de la pénitence.

Au fond, dans toute cette affaire, le véritable condamné, c'est le Saint-Office. — Il a prononcé lui-même sa sentence et perdu toute autorité. — La condamnation de Galilée a été pour lui un coup mortel,

S'il en fallait une preuve, c'est qu'à Rome même, un carme, nommé Foscarini, publiait, dès 1615, un ouvrage destiné à prouver que le système de Copernic n'était pas incompatible avec la Bible. Mieux encore, en 1746 le Jésuite Boscovich, publiant à Rome un ouvrage sur la détermination de l'orbite d'une comète d'après trois observations, écrivait ceci : « Plein de respect pour la Sainte-Ecriture, et pour les décrets de la Sainte Inquisition, je tiens la Terre pour fixe. » Puis il ajoute : « Cependant, pour plus de clarté, je raisonnerai comme si elle se mouvait, car il est prouvé que les apparences sont les mêmes dans les deux hypothèses. »

Qu'aurait dit Pascal, s'il avait pu avoir connaissance de cette phrase ?

Galilée passa les dernières années de sa vie dans une maison de campagne qu'il possédait à Arcetri, aux environs de Florence. Il lui était interdit de venir dans cette ville, sauf quand ses infirmités l'obligeaient à consulter des médecins. On pourrait dire qu'il vécut en paix, si la paix existe pour un homme qui se sent surveillé à tous les instants de sa vie. A défaut de famille régulière, il avait trois enfants naturels, deux filles et un fils [1], dont les soins adoucirent les amertumes de ses derniers jours.

Deux fidèles disciples, *Evangelista Torricelli et Vincenzo Viviani* se joignaient à ses enfants et profitaient des derniers enseignements d'un homme aussi illustre. Ils

[2] Les deux filles moururent religieuses. Le fils, Vincenzo, fut un des aides de son père, et, en particulier son auxiliaire pour la construction d'une horloge à pendule. — Un des fils de Vincenzo, nommé Cosme, poussé par la superstition, détruisit une partie des manuscrits de son aïeul, et sans l'intervention de Viviani, en aurait fait autant du reste.

surent en profiter. Torricelli s'est immortalisé par l'invention du baromètre, et n'a pu donner toute sa mesure, étant mort, comme Pascal, à trente neuf ans. Viviani, par contre, survécut de beaucoup à son maître qu'il vénéra jusqu'à son dernier jour. Octogénaire, il se faisait encore gloire du titre de dernier disciple de Galilée, et, quand il mourut, en 1703, il voulut être enseveli dans la même tombe que le grand homme.

Galilée avait aussi des amis à l'étranger, notamment en France, où Peiresc déclarait que sa condamnation était aussi inique que celle de Socrate, où Mersenne trouva le moyen de publier un de ses derniers ouvrages relatif à la théorie du choc des corps. Le comte de Noailles, ambassadeur de France à Rome, s'était chargé de faire parvenir le manuscrit entre les mains de Mersenne.

Galilée s'occupait encore d'observations astronomiques, et découvrit la libration de la Lune, dont Cassini devait perfectionner la théorie. Mais un grand malheur l'atteignit, il perdit la vue [1] et passa ses dernières années dans les ténèbres. Ne pouvant plus écrire, il dicta. La mort vint le frapper le 8 janvier 1642.

Quant à ses manuscrits, nous avons vu que Viviani les avait en partie arrachés au vandalisme imbécile de Cosimo Galilée, mais il n'osa pas les publier ; il les garda dans sa cave, et peu s'en fallut qu'ils ne fussent perdus. C'est seulement en 1739 que ces manuscrits furent découverts, et il paraît qu'en partie, ils avaient déjà pris le chemin de la boutique de l'épicier. Il va sans dire que, depuis, ils sont conservés avec un soin religieux.

[1] Le cas est assez rare parmi les astronomes. En dehors de Galilée, nous ne voyons que Cassini et Arago qui aient été atteints de cécité.

Les œuvres complètes de Galilée ont été publiées de 1842 à 1856 à Florence. Depuis, M. Favaro en a donné une autre édition encore plus étendue, aux frais du gouvernement italien. C'est le meilleur hommage qu'on pouvait rendre au grand homme.

Il en a d'ailleurs reçu d'autres. Il a des statues à Florence et à Rome, et, dans l'avenir, en aura sans doute une à Paris.

Peiresc et Gassendi. — L'Astronomie avait, nous l'avons vu, jeté un vif éclat en Provence, au Moyen-Age. Cette tradition continuait au XVIIe siècle et, parmi les nombreux savants qui, alors, honorèrent leur petite patrie en même temps que la grande, il y en a deux qui doivent nous arrêter spécialement, Nicolas-Claude Fabri de Peiresc (1580-1637) et Pierre Gassendi (1592-1655).

Le premier appartenait à une famille de magistrats. Sa jeunesse se passa à une époque profondément troublée par les guerres civiles ; ses études en furent dérangées, car il dut plusieurs fois changer de collège. Elles n'en furent pas moins excellentes. Notons que cela ne l'avait pas empêché de se familiariser, dès sa première jeunesse, avec le maniement de l'astrolabe.

Il fit ses études de droit, à Aix d'abord, puis à Avignon et enfin à Padoue, ce qui lui valut la connaissance de Galilée, avec lequel il resta en étroite liaison jusqu'à sa mort. Lorque le grand astronome eut les difficultés que l'on sait avec la Congrégation de l'Index, Peiresc intervint en sa faveur, et écrivit, à son sujet, deux lettres au cardinal Barberini, neveu d'Urbain VIII.

Conseiller au Parlement de Provence, tout en s'acquittant consciencieusement de ses devoirs de magistrat, il

consacra aux sciences et aux lettres toutes les heures dont il pouvait disposer, et, en même temps, mit toutes ses ressources pécuniaires au service de leur progrès. Tour à tour, on le voit archéologue, numismate, linguiste, bibliophile, naturaliste[1], etc. Il est à la fois le plus actif des savants et le plus intelligent des Mécènes.

Mais, en particulier, Peiresc s'est beaucoup occupé d'Astronomie, et c'est à ce point de vue qu'il est le plus intéressant pour nous. On peut supposer que, dès sa jeunesse, il eut de fréquents rapports avec un autre savant provençal, doué, lui aussi, d'aptitudes universelles, Joseph Gaultier, prieur de la Valette, qui réussit, le premier, à voir les astres en plein jour.

Toujours est-il que Peiresc, bien pourvu d'instruments parmi lesquels se trouvait une lunette due à l'amitié de Galilée, fit autant d'observations astronomiques que le lui permit sa faible santé. Les taches du Soleil, les satellites de Jupiter, connus depuis peu, attirèrent spécialement son attention. Il construisit même des Tables des mouvements de ces satellites, mais il ne les a pas publiées.

Les étoiles fixes l'ont aussi occupé, c'est ainsi qu'il a découvert la magnifique nébuleuse d'Orion, et qu'il remarqua que la nébuleuse de la Crèche est un amas d'étoiles extrêmement voisines les unes des autres.

Les éclipses, tant de Soleil que de Lune, fixèrent son attention. Il en observa un grand nombre, et apprécia leur utilité pour la détermination des longitudes. Il lui

[1] On lui doit l'introduction en France des jasmins de l'Inde et d'Amérique, des lilas de Perse et d'Arabie, du laurier rose et du néflier, ainsi que celle du chat angora.

fallait des correspondants faisant des observations analogues aux siennes, et il songea, dans ce but, à s'adresser aux missionnaires allant évangéliser les pays lointains. Il transforma donc sa maison en une école d'Astronomie où se formèrent des observateurs, et les résultats les plus heureux furent sa récompense. L'observation de l'éclipse de Lune du 27 août 1635, faite au Caire et à Alep en même temps qu'en Europe, démontra que jusqu'alors, on commettait une erreur énorme sur les dimensions de la Méditerranée, qu'on faisait trop longue de 1 000 kilomètres !

Quel service rendu aux navigateurs ! Mais en ont-il profité ? Quand on voit, à la fin du XVIIe siècle, Guillaume Delisle déclarer que la Méditerranée, à qui on donnait 1 160 lieues de longueur, n'en a réellement que 840, il est permis de croire que les travaux de Peiresc n'avaient pas reçu une publicité suffisante.

Ce savant universel mourut le 14 juin 1637, laissant une mémoire qui n'a pas laissé d'être honorée depuis bientôt trois siècles. M Tamizey de Laroque avait entrepris de lui rendre un hommage mérité en publiant sa correspondance[1]. Cette publication devait comprendre dix volumes ; la mort est venue enlever le laborieux éditeur alors qu'il était arrivé au septième. Il faut espérer qu'on la reprendra et la mènera à bonne fin.

Parmi les[2] élèves qui se formèrent plus ou moins direc-

[1] Parmi les correspondants de Peiresc, nous ne voulons nommer que ceux dont les noms intéressent l'Astronomie, c'est-à-dire Boulliaud, Gassendi, Mersenne et Velser.

[2] Tout le monde, dans sa maison, était plus ou moins obligé de s'occuper d'études scientifiques ; ainsi, il employait un re-

tement à l'école de Peiresc, il importe de faire une place à part à l'illustre Pierre Gassendi.

Celui-ci était né le 22 janvier 1592 à Champtercier, village tout proche de Digne, d'une famille d'humbles paysans. Dès son plus bas âge, il fit preuve de facultés intellectuelles remarquables. Sa mémoire était prodigieuse, et sa sagacité ne l'était pas moins. Un jour, une discussion, qu'on peut qualifier de scientifique, s'éleva entre lui et les autres enfants du hameau : il s'agissait de savoir qui se déplaçait si rapidement dans le ciel, des nuages ou de la Lune. Tous, sauf le petit Pierre, étaient d'avis que c'était celle-ci qui se mouvait avec une grande vitesse. Pour les convaincre, il les conduisit sous un arbre et leur montra qu'on la voyait toujours entre les mêmes branches.

Par bonheur, on lui fit obtenir une bourse au collège de Digne, où il fit des études rapides, mais profondes. Il alla ensuite étudier la philosophie à Aix, et à seize ans, il était de retour dans sa ville natale, où il fut nommé professeur de rhétorique ! Il n'y resta d'ailleurs pas longtemps et retourna à Aix, pour étudier la théologie, en même temps que le grec et l'hébreu.

Nous n'avons pas l'intention de le suivre dans toute sa carrière. Disons seulement qu'il remplit diverses fonctions ecclésiastiques, qu'il eut des succès comme prédicateur, qu'enfin, à vingt-quatre ans, il était professeur de philosophie à Aix.

Habitant cette dernière ville, il ne pouvait faire autre-

lieur, nommé Corberan, qui était très habile dans son métier. — Peiresc sut profiter de ses aptitudes naturelles, et en fit aussi son assistant dans ses travaux astronomiques.

ment que de se lier avec Peiresc. C'est d'après les conseils de celui-ci et du prieur de la Valette qu'il aborda les sciences mathématiques et naturelles. L'Astronomie et l'Anatomie attirèrent particulièrement son attention.

Lui aussi, il se lia avec Galilée, auquel il communiquait ses observations et qui lui fit cadeau, en signe d'amitié, d'une lunette qu'il avait construite de ses propres mains[1]. Il correspondait de même avec Képler, dont la mort l'affligea beaucoup. Par l'intermédiaire de leur ami commun Schickard, Gassendi fit connaître à l'illustre Allemand les résultats de ses observations de l'éclipse de Soleil du 31 mai 1630, qui fut très remarquable.

Avant de mourir, Képler avait recommandé aux astronomes l'observation du passage de Mercure sur le Soleil[2], qui devait avoir lieu le 7 novembre 1631. Gassendi fit cette observation le premier, et avec le plus grand succès. Il employa la méthode des projections, c'est-à-dire qu'il attacha à sa lunette une feuille de carton blanc qui reçut l'image du Soleil, et sur laquelle il avait tracé un cercle dont la circonférence était partagé en 360 degrés et le diamètre en 60 parties égales. Un aide, placé dans un étage supérieur et disposant d'un quart de cercle

[1] Gassendi possédait encore une autre lunette, construite par Eustachio de Divinis. Il les légua toutes deux au comte de Montmor, son exécuteur testamentaire, qui fut aussi son éditeur.

[2] Képler avait aussi annoncé un passage de Vénus pour 1631, mais ses Tables n'avaient point une précision suffisante, et il faisait nuit en Europe quand la planète se projeta sur le Soleil. Un autre passage, qu'il n'avait point annoncé, fut observé en Angleterre, le 4 décembre 1639. L'auteur de cette observation était un jeune prêtre, Jérémie Horrox, qui devait mourir à l'âge de 23 ans !

de dix pieds de rayon, prenait la hauteur du Soleil chaque fois que son maître l'avertissait, et l'on avait ainsi l'heure de chacune des observations particulières. Gassendi fut surpris de la petitesse de Mercure qui ne sous-tend qu'un angle de 12 secondes d'arc, il s'était attendu à le trouver beaucoup plus gros. Il fut très heureux d'avoir réussi cette observation : « Le rusé Mercure, écrit-il à Schickardt, voulait passer sans être aperçu ; il était entré (dans le Soleil) plutôt qu'on ne s'y attendait, mais il n'a pu échapper sans être découvert, εὕρηκα καὶ ἑώρακα ; je l'ai trouvé et je l'ai vu, ce qui n'était arrivé à personne avant moi, le matin du 7 novembre 1631. »

A Digne comme à Aix, comme aussi à Paris où, grâce à l'influence du cardinal-archevêque de Lyon, Alphonse de Richelieu, frère du grand ministre, il fut nommé professeur au Collège de France, Gassendi fit de nombreuses observations. Notons en particulier qu'en 1636, en compagnie de l'astronome flamand Wendelin[1], il résolut de déterminer la latitude de Marseille, comme l'avait fait Pythéas, il y avait bien des siècles, ils trouvèrent pour cette latitude, 43°15′ c'est-à-dire à peu près le même nombre que leur lointain prédécesseur.

[1] Godefroy Wendelin, dont nous avons déjà rencontré le nom, était né à Hasselt, vers 1580. Il voyagea en France et en Italie, séjourna en particulier en Provence pendant cinq ans, comme précepteur des enfants d'André Arnaud, lieutenant-général de la sénéchaussée de Forcalquier. Avant d'entrer dans les ordres, il avait été correcteur d'imprimerie, puis c'est à lui qu'on doit d'avoir montré que la seconde loi de Képler s'applique aux satellites de Jupiter. — C'était un homme remarquable dont le nom est cependant assez peu connu, en dehors de la Provence, où son nom est resté populaire. — Il mourut doyen d'un chapitre de chanoines, en 1660.

Il semble que la délicate santé de Gassendi l'ait empêché d'enseigner beaucoup. Cependant, soit par ses leçons publiques, soit par ses conversations, il contribua à former un certain nombre de jeunes gens distingués, parmi lesquels nous nommerons un médecin de Montpellier, qui devint le voyageur Bernier, un jeune Parisien, qui s'appelait alors Jean-Baptiste Poquelin, enfin, plusieurs hommes d'Eglise, qui appartinrent à l'Académie des Sciences, parmi lesquels nous nommerons Duhamel, Mariotte, et celui qui devait être une des premières gloires de l'astronomie française au XVIIe siècle, l'abbé Jean Picard.

Gassendi mourut le 14 octobre 1655. Son ami, le comte de Montmor, arrière-neveu de Guillaume Budée, le fit ensevelir dans l'église Saint-Nicolas des Champs. Il rendit, en outre, à sa mémoire le service de publier ses œuvres complètes, qui furent imprimées à Lyon en six volumes in-folio, dès 1658. Laissant de côté les œuvres philosophiques de Gassendi, nous reproduisons ici les titres de ses ouvrages scientifiques :

Epistolæ quatuor, de apparente magnitudine solis humilis et sublimis.

Epistolæ de motu impresso a motore translato.

C'est à Gassendi qu'on doit la fameuse expérience, qu'il fit dans le port de Marseille, sur une galère mue par des rameurs, de la pierre tombant du mât d'un navire animé d'un mouvement de translation, et arrivant au pied de ce mât.

Epistolæ tres, de proportione qua gravia decidentia accelerantur, quibus responditur ad totidem R. P. Casræi.

Epistola una de parheliis, seu Solibus quatuor

Institutio astronomica, cum oratione inaugurali.

Commentarii de rebus cœlestibus, seu observationes cœlestes, ab anno 1618 in annum 1655.

Epistola una, Mercurius in Sole visus, et Venus invisa, Parisiis, anno 1631, pro voto et admonitione Kepleri.

Epistola una. Novem stellæ circa Jovem visæ, a R. P. Rheita exeunte anno 1642 et ineunte 1643.

Le P. Rheita, capucin de Cologne, inventeur de la lunette terrestre, avait cru voir cinq nouveaux satellites de Jupiter. C'étaient des étoiles du Verseau.

Epistola una. Solstitialis altitudo Massiliensis, seu proportio Gnomonis ad solstitialem umbram observata Massiliæ, 1636, pro Wendelini voto.

Enfin, Gassendi a consacré de longues études biographiques à Peiresc, à Copernic, à Tycho Brahé, à Georges Purbach et à Régiomontanus.

Riccioli. — Riccioli, né à Ferrare en 1598, mort à Bologne en 1671, fut d'abord théologien, puis astronome, mais on peut dire que jamais il n'oublia ses premières études, et qu'elles influèrent sur les conclusions de ceux de ses travaux qui nous intéressent.

Entré dans la Société de Jésus à l'âge de seize ans, Riccioli, et il n'est pas le seul dans ce cas, se trouva pris entre les doctrines de sa Compagnie et l'évidence qui lui frappait les yeux. Il se déclara toujours anti-copernicien, mais les raisons qu'il donne pour appuyer son opinion sont si mauvaises qu'il semble avoir voulu prouver le contraire de ce qu'il affirme. Au fond, il dut souffrir beaucoup.

Son principal ouvrage, auquel il donne le titre ambitieux d'*Almagestum novum*, et qui parut à Bologne en

1651, devait se composer de trois volumes in-folio dont il ne parut que le premier, divisé en deux parties. Ce volume est formé de dix chapitres, dont voici les titres, traduits du latin :

I. *De la sphère du monde en général.*
II. *De la sphère élémentaire.*
III. *Du Soleil.*
IV. *De la Lune.*
V. *Des éclipses.*
VI. *Des étoiles fixes.*
VII. *Des petites planètes* (petites par rapport au Soleil et à la Lune).
VIII. *Des phénomènes extraordinaires, comètes et nouvelles étoiles.*
IX. *Des divers systèmes du monde.*
X. *Problèmes généraux utiles à l'astronomie*, etc.

Le principal mérite de l'auteur, à en juger par cet ouvrage, c'est sa vaste érudition. Riccioli est encore l'auteur de l'*Astronomia reformata* (1665), où il traita des observations des planètes ainsi que celles des étoiles fixes, des règles relatives au premier mobile et à ceux qui viennent après ; on y trouve un catalogue donnant les positions des étoiles observées par Hipparque, Ptolémée, Tycho, Képler et lui-même rapportées à l'équinoxe de 1700. Riccioli avait demandé à Cassini de collaborer avec lui et de prendre part à la composition de l'*Astronomia reformata*, mais il essuya un refus.

Il a encore consacré un livre à la Géographie et à l'Hydrographie où il développe toute son érudition, et un autre à la réforme de la Chronologie.

Comme observateur, il n'avait pas toujours été heureux, on sait qu'il s'est trompé grossièrement sur la mesure d'un degré terrestre.

Aidé de son confrère Grimaldi, il s'était beaucoup occupé de sélénographie. C'est lui qui a fait adopter la nomenclature lunaire en usage encore aujourd'hui, et on a remarqué que, pour désigner les points remarquables de notre satellite, il fait une large part aux membres de la Compagnie de Jésus, sans s'oublier lui-même. Une Commission internationale s'occupait, en ces dernières années, à réviser cette nomenclature.

CHAPITRE X

LES HORLOGES A PENDULE. HUYGHENS HÉVÉLIUS

Huyghens. — Christian Huyghens était né le 14 avril 1629, à la Haye, où son père, Constantin Huyghens[1] remplissait des fonctions publiques importantes. Il avait une sœur et trois frères, tous hommes distingués, mais qui reconnaissaient sa supériorité, et l'appelaient familièrement Archimède.

Ses études classiques, faites avec beaucoup de soin, ne l'avaient pas empêché et d'approfondir la Géométrie des Anciens, dont Newton déclarait qu'il était le plus parfait imitateur, et d'être au courant des travaux des Modernes. Il avait un véritable culte pour Descartes, et regretta vivement que les circonstances ne lui eussent point permis de faire la connaissance de ce grand homme.

Il se consola par l'étude des œuvres de son maître de prédilection, et, dès l'année 1651, il était en état de relever des erreurs dans l'ouvrage que Grégoire de Saint Vincent avait publié sous le titre de *De quadratura circuli et hyperbolæ*, ouvrage où l'on trouve d'ailleurs de belles découvertes sur la théorie des sections coniques. Aussi, est-ce tout naturellement que plus tard, l'Académie des Sciences confia à Huyghens l'examen du livre que James Gregory avait publié a Padoue en 1667, et intitulé :

[1] Constantin Huyghens cultivait lui-même les sciences. Il était lié avec Descartes qu'il soutint dans sa lutte contre Voëtius.

Vera circuli et hyperbolæ quadratura. — Gregory prétendait donner à la fois une meilleure méthode d'approximation et une démonstration de l'impossibilité de la quadrature absolue, et Huyghens lui contesta ces deux points.

Huyghens n'excellait pas moins dans la mécanique que dans la géométrie : La Société Royale de Londres ayant exprimé le vœu qu'on travaillât à éclaircir la théorie du choc, Huyghens, et, en même temps que lui deux Anglais, Wallis et Wren, répondit à cet appel. Dans son travail, on trouve la première indication du principe de la conservation des forces vives.

Mais la mécanique pratique ne l'intéressait pas moins que la mécanique rationnelle. Il s'occupa beaucoup d'horlogerie. Ici, il marchait sur les traces de Galilée, qui, dans les dernières années de sa vie, eut l'idée de relier à un système d'engrenages le pendule, qui l'avait occupé dès sa jeunesse. Le fils de Galilée parvint à exécuter cette machine en 1649, six ans après la mort de son illustre père ; mais, en somme, on n'avait là qu'un compteur d'oscillations qui ne pouvait marcher bien longtemps.

Huyghens, s'il ne donna pas la véritable solution du problème, celle de l'échappement à ancre, qui fut inventé par l'horloger anglais William Clement en 1680, mit sur la voie cependant par l'emploi d'un pendule qui communiquait un mouvement alternatif à la roue de rencontre d'une horloge. Cette roue, qui jadis recevait une impulsion variable, à chaque rencontre des palettes avec ses dents, fut maintenant soumise à des chocs d'une intensité constante, et c'était un grand progrès. Huyghens avait 27 ans quand il fit cette découverte, dont le succès fut très grand et très rapide.

Il va sans dire qu'il fut membre de l'Académie des Sciences dès sa fondation. Pendant son séjour en France, il travailla tant au point de vue de la science pure qu'à celui de ses applications. C'est ainsi qu'il inventa le ressort spiral et nous donna la montre de poche à peu près telle que nous la connaissons aujourd'hui, invention qui lui fut contestée par un savant anglais, Hooke, et par un certain abbé de Hautefeuille. Pour éviter un procès qu'il aurait cependant sans doute gagné, Huyghens renonça au privilège qu'il aurait pu obtenir.

Sous l'influence de Colbert, il était impossible que Huyghens ne travaillât pas à perfectionner l'art nautique. Avant d'être fixé en France, il avait déjà fait des essais pour résoudre le problème des longitudes par le transport sur mer d'une horloge à pendule. On obtint ainsi de meilleurs résultats que par la méthode de l'estime, mais les temps n'étaient pas révolus. Il fallut attendre un siècle pour que l'on réussît à construire des chronomètres conservant l'heure du premier méridien avec une précision assez grande pour qu'il fût possible de se fier à leurs indications.

Il semble que Louis XIV se soit intéressé à la construction d'un planétaire, ou machine représentant les mouvements des planètes. — Toujours est-il que Huyghens s'occupa beaucoup de cette construction. Mais il ne la termina qu'en Hollande, et l'appareil qu'on lui doit est conservé à l'observatoire de Leyde. — Roemer travailla aussi à construire un planétaire [1].

[1] En ceci, Huyghens et Roemer marchaient sur les traces du landgrave Guillaume IV. — Au XVIIIe siècle, on donna à ces machines le nom d'*Orreries*, du nom de milord Orrery qui les avait mises à la mode parmi les grands seigneurs anglais.

En 1681, il retourna dans son pays natal ; on a dit que c'était pour éviter le triste spectacle de la révocation de l'Edit de Nantes, bien que, vu sa qualité d'étranger, il n'eût rien à craindre personnellement — Cependant, à lire sa correspondance, il semble bien qu'il n'était pas parti sans esprit de retour, et on peut croire qu'il avait senti la nécessité de recevoir les soins affectueux de ses proches. Déjà, pendant son séjour en France, une maladie, qui avait atteint ses facultés intellectuelles, lui avait interdit le travail pendant plusieurs mois, et, dans les derniers temps de sa vie, il craignit de perdre la raison. — Il mourut le 8 juin 1695.

Il laissait deux ouvrages inédits, un *Traité de la lumière*, que la postérité a mieux compris que les contemporains de l'auteur, et où se trouve expliqué le phénomène de la double réfraction. Ce petit volume se termine par un discours sur la cause de la gravité, où Huyghens se déclare partisan de l'aplatissement de notre globe.

De même que Képler avait jadis écrit son *Somnium*, Huyghens écrivit un *Cosmotheoros* (contemplateur de l'Univers), qui est un roman astronomique où il examine les conditions de la vie sur les autres planètes, et le spectacle que le ciel offre à leurs habitants supposés. — On conçoit difficilement, dit Delambre « l'importance que Huyghens attachait à la publication de simples conjectures sur les habitants des planètes ou sur les phénomènes qui pourraient s'observer dans la Lune et dans les autres satellites. — Il ne traite même ce dernier objet que très superficiellement ».

En 1724, on publia en deux volumes des *Opera Varia* de Huyghens, que suivirent en 1728 deux autres volumes d'*Opera posthuma et reliqua*. A une époque toute récente,

la Société Hollandaise des Sciences a entrepris la publication d'une édition vraiment complète des œuvres du grand savant batave du XVII[e] siècle. Elle en est arrivée au douzième volume, dont les dix premiers ne contiennent qu'une correspondance d'une étendue prodigieuse.

Hévélius. — Johann Hevel ou Hevelke, qui n'est guère connu que sous son nom latinisé d'Hévélius, naquit à Dantzick le 28 janvier 1611, et vécut exactement soixante-seize ans, car il mourut dans sa ville natale, le 28 janvier 1687.

On voit, assez rarement en France, mais plus fréquemment en d'autres pays, notamment en Angleterre, des hommes qui ont à s'occuper d'importantes affaires commerciales ou industrielles et trouvent le moyen de réserver aux études scientifiques une partie de leurs heures et de leurs forces. Tel fut le cas d'Hévélius. Il était le fils d'un riche brasseur, et, quand celui-ci en fut empêché par l'âge, c'est l'astronome qui se chargea, tous ses frères étant morts, de gérer les affaires de la maison. Il le fit avec regret, sans doute, mais il ne semble pas que son activité scientifique en ait souffert. Il dut aussi prendre part aux affaires publiques, et fut sénateur de Dantzick.

Admirablement doué au point de vue de l'intelligence comme de l'habileté manuelle, il s'appliqua beaucoup au dessin et à certains arts mécaniques, ce qui lui permit de construire lui même les instruments dont il faisait usage. — Il fit ses premières études dans sa ville natale, les continua à la célèbre Université de Leyde, et, pour augmenter son instruction, fit de longs voyages, surtout dans l'Est et le Midi de l'Europe, mais il vint aussi à Londres et à Paris, où il se lia avec Wallis, Gassendi, Boulliaud, etc.

De retour dans sa patrie, Hévélius éleva en 1641 un observatoire au-dessus de sa maison, et plus tard, il put l'agrandir sans difficulté, grâce à cette circonstance que, propriétaire de trois maisons contiguës, elles se trouvèrent de la même hauteur ; il les surmonta d'une terrasse qui avait cinquante pieds de long sur vingt-cinq de large. Sur cette terrasse se trouvaient de petits observatoires dont les toits étaient tournants, et on y jouissait d'une vue magnifique. A l'étage inférieur il y avait une imprimerie et une imprimerie en taille douce, car Hévélius, qui gravait lui-même les planches de ses ouvrages [1], tenait à ce qu'ils fussent imprimés sous ses yeux. C'est là que le grand astronome passa près d'un demi-siècle, consacrant à ses travaux scientifiques tout le temps que ne lui prenaient pas des occupations d'un autre ordre, et il semble qu'on pourrait dire que peu de carrières ont été aussi heureuses que la sienne, si un affreux incendie n'était venu le dépouiller, en grande partie, du fruit de son labeur.

En 1647, parut son premier ouvrage, sa *Selenographia, sive Lunae descriptio*, etc... formant un in-folio de près de 600 pages. Depuis que les lunettes étaient inventées, il va sans dire que notre satellite avait été un des premiers objets qui attirèrent l'attention des astronomes ; Hévélius n'était pas sans avoir eu des prédécesseurs, et Galilée lui-même avait ébauché une carte de la Lune, qui resta incomplète. Un cosmographe du roi d'Espagne, Langrenus[1],

[1] Il finit toutefois par faire venir un graveur de Hollande, afin d'avoir plus de temps pour ses travaux personnels. Ajoutons que son imprimeur l'aidait dans ses observations.

[2] Sur la carte de la Lune de Langrenus, voir *Ciel et Terre*, années 1902, 1903 et 1910.

publia, à une époque un peu incertaine, mais qui est très voisine de celle de l'œuvre d'Hévélius, une *Selenographia Langreniana,* qui n'était qu'une ébauche d'un ouvrage considérable qui ne parut jamais. Un autre contemporain d'Hévélius, le Jésuite Grimaldi, s'était aussi beaucoup occupé de l'étude de la surface lunaire, ce en quoi il marchait sur les traces de Riccioli, qui a reproduit une partie de ses dessins dans l'*Almagestum novum* ; c'est en somme la nomenclature choisie par Riccioli et Grimaldi pour les objets que l'on voit dans la Lune qui a prévalu sur celle d'Hévélius, qui avait transporté dans notre satellite nos mers et nos montagnes. Au contraire, Riccioli a donné aux points remarquables de la Lune les noms des astronomes les plus célèbres de tous les temps, et il y a fait bonne part à ceux qui, comme lui, appartenaient à la Compagnie de Jésus. On sait que, dans ces temps derniers, l'Association internationale des Académies, puis le Comité international des recherches scientifiques, se sont occupés de la révision de cette nomenclature.

Les travaux d'Hévélius sur la Lune eurent d'autres résultats que ceux qui peuvent intéresser une curiosité banale. Ils out beaucoup contribué à augmenter notre connaissance du phénomène de la libration

Le second des grands ouvrages d'Hévélius est sa *Cometographia,* qui parut à Dantzig en 1668, et fut dédié à Louis XIV.

Notre astronome, en effet, avait été inscrit dès 1664 sur la liste des savants étrangers auxquels le roi de France faisait des pensions, et Colbert lui avait adressé une lettre flatteuse à cette occasion.

C'est la belle comète de 1652 qui lui donna la pensée d'écrire ce livre. Cet astre était vraiment remarquable,

car le diamètre de son noyau n'était que peu inférieur à celui de la pleine Lune, par contre, la queue n'avait qu'une longueur de 6 à 7 degrés. Dans cet ouvrage, qui se divise en douze livres, Hévélius s'occupe beaucoup de la comète de 1652, mais, naturellement, il fait aussi mention de plusieurs autres, notamment de celles de 1661, 1664[1] et 1665.

Quant au mouvement des comètes, Hévélius avait d'abord admis qu'il est rectiligne, du moins à très peu de chose près, mais il ne s'en tient pas à cette idée, et il finit par leur faire décrire des paraboles, mais il ne met pas le Soleil au foyer de celles-ci, ni même dans leurs plans. C'est l'astronome allemand Doerfell[2] qui fit ce grand pas, mais il n'en fit pas un autre, non moins important, qui était d'appliquer à ces astres la seconde loi de Képler, ou la proportionnalité des aires aux temps. — C'était à Newton que la gloire en était réservée, et Halley devait s'immortaliser en appliquant ses idées à la comète de 1682.

Hévélius a de bien singulières opinions sur la nature des comètes, qu'il croit formées par les exhalaisons des planètes, et il distingue des vraies comètes celles qui ne peuvent s'écarter de l'atmosphère de la planète qui leur a donné naissance. Il range les taches du Soleil parmi ces fausses comètes. Il est extrêmement prolixe sur tout ce qui concerne l'essence physique des comètes, sur laquelle,

[1] Hévélius avait déjà écrit, à propos de la comète de 1664, son *Prodromus cometicus*, qu'il dédia à Colbert.

[2] Doerfell était né en 1643 à Plauen, dans le Voigtland (Saxe), il fut pasteur dans sa ville natale, et mourut à Weida, en 1688. Son opuscule sur la grande comète de 1680 est rarissime.

de son temps, il n'était pas possible de savoir grand'-chose. Enfin, il fait l'histoire des comètes connues ; partant du temps où il vit, il s'occupe d'abord des comètes de 1661, 1664 et 1665, mais il remonte très haut, jusqu'à la mort de Mathusalem !

De tous les ouvrages d'Hévélius, le plus connu sans doute est sa *Machina Cœlestis*. Ce n'est pas que, de nos jours, ce livre ait beaucoup de lecteurs, mais on connaît généralement le malheur qui, frappant l'astronome dans ce qu'il avait de plus cher, a fait du second volume de cette *Machina* un des ouvrages les plus fameux par leur rareté.

Le premier tome parut en 1673, il est encore dédié à Louis XIV. — On y trouve une histoire très abrégée de l'Astronomie, et aussi des détails autobiographiques pleins d'intérêt ; mais ce qu'il y a de plus important dans ce livre, c'est la description des instruments dont Hévélius s'est servi, et qu'il tient à nous faire connaître avant de publier ses observations. Tour à tour, il nous parle de son quart de cercle, de ses divers sextants, dont le plus grand, qui était en bois, avait un peu plus de six pieds de rayon, (il en avait un autre, de la même grandeur, qui était en laiton, et un plus petit, en cuivre, de trois pieds), de son grand quart de cercle azimutal et vertical, dont les deux cercles avaient l'un quatre, l'autre cinq pieds de rayon, d'un octant en cuivre, etc.

Il est remarquable qu'Hévélius qui, nous l'avons vu, possédait des lunettes dont il avait su tirer le meilleur parti possible, à la construction desquelles il avait travaillé lui-même, se soit toujours refusé à en munir ses instruments. Jamais il n'a voulu renoncer aux pinnules. Il savait cependant qu'en France, et sans doute ailleurs,

cette substitution venait d'être faite, mais il était trop âgé pour admettre ce progrès, si considérable qu'il fût.

En 1679, l'illustre Halley se rendit à Dantzick, où il visita Hévélius, bien peu de temps avant le désastre qui devait frapper celui-ci. Le jour même où ils se virent pour la première fois, ils passèrent la nuit à observer ensemble, et ils comparèrent les observations faites à l'œil nu, visant à travers des pinnules, avec celles où l'on emploie des lunettes. Halley reconnut avec surprise que grâce à la perfection des instruments d'Hévélius, les observations de celui-ci concordaient parfaitement avec les siennes, et que les différences étaient absolument négligeables. Ce résultat fait grand honneur à l'astronome de Dantzick, mais il est certain qu'à sa place, aucun autre n'aurait si bien réussi.

La seconde partie de la *Machina Cœlestis* parut en 1679. Elle forme un volume de près de 1300 pages, avec 42 planches.

Le 26 septembre de cette même année, alors qu'Hévélius était absent, sa maison fut la proie d'un affreux incendie dû, paraît-il, à la malveillance d'un domestique, qui, espérons-le, a été pendu. Ses instruments et une partie de ses manuscrits furent anéantis Hévélius en fut profondément affecté. Dans son dernier ouvrage (posthume), son *Prodromus Astronomiæ*, il parle de l'horrible incendie qui « avec tant de choses rares et précieuses qu'aucun or ne saurait racheter, avait dévoré toutes les notes qu'il espérait conserver jusqu'à la publication entière de son catalogue, en sorte qu'il n'en put sauver une page, rien de ce qu'il avait écrit sur les époques du Soleil et des planètes, leurs excentricités, leurs pros-

taphérèses[1]. » Mais il n'a pas perdu courage, et malgré le mal qu'on lui a fait, il a, dans sa vieillesse, repris et continué ses travaux.

Par bonheur, Hévélius avait déjà envoyé dans diverses contrées de l'Europe quatre-vingt-dix exemplaires de son ouvrage, dont il faisait présent à ses amis. L'édition ne fut donc pas entièrement détruite. Au commencement du XIXe siècle, Delambre avait connaissance de trente-quatre de ces exemplaires, dont huit se trouvaient à Paris.

Cette seconde partie de la *Machina Cœlestis* renferme les observations d'Hévélius, dans le détail desquels, on le conçoit, nous ne pouvons entrer.

Il nous reste à parler de deux ouvrages d'Hévélius. Le premier est son *Prodromus Astronomiæ* dont nous avons déjà indiqué le titre. On y trouve les fondements nécessaires pour établir un catalogue nouveau et plus correct des étoiles fixes, ainsi que pour la correction des Tables de toutes les planètes, et, de plus, des Tables solaires nouvelles et plus exactes, avec d'autres concernant l'Astronomie, comme des réfractions solaires, des parallaxes de déclinaisons, etc., calculées pour l'horizon de Dantzick. Il y a ajouté deux catalogues d'étoiles fixes[2]. Le plus

[1] Voltaire dit, dans son *Siècle de Louis XIV* : « Hévélius perdit, par un incendie, une immense bibliothèque : le monarque de France gratifia l'astronome de Dantzick d'un présent fort au-dessus de cette perte. »

Hévélius fut sans doute flatté de cette attention du grand roi, mais, il nous le dit lui-même, il ne fut pas consolé, et il ne pouvait l'être.

[2] Dans ses catalogues, Hévélius est le premier à donner les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles. Avant lui, on donnait leurs longitudes et leurs latitudes.

grand est rapporté à l'équinoxe de 1660, le plus petit à celui de 1700. L'ouvrage se termine par une Table du mouvement en libration de la Lune pour les deux prochains siècles à venir.

Ce livre parut en 1690, Hévélius était alors décédé depuis, trois ans. Il fut dédié par sa veuve[1] au roi de Pologne Jean III Sobieski, qui avait sauvé Vienne avec tant d'héroïsme contre les Turcs, ce qui ne valut pas à la Pologne la reconnaissance de l'Autriche.

Enfin, nommons encore son *Firmamentum Sobiescianum*, autre ouvrage posthume dédié au même souverain. Remarquons à ce propos que si Hévélius a été l'objet des libéralités des rois d'Angleterre, de France et de Pologne, les empereurs d'Allemagne, par contre, n'ont rien fait pour lui. Ils ne considéraient sans doute pas Dantzick comme une ville allemande.

Le *Firmamentum Sobiescianum* est un recueil de cartes représentant chacune une constellation autour de laquelle l'auteur a dessiné au simple trait les constellations voisines. Ces cartes, au nombre de cinquante-cinq, ont été gravées par un habile artiste, mais dessinées de la propre main d'Hévélius qui, dans son introduction, remercie Dieu de ce que son catalogue d'étoiles, qui lui avait coûté tant de temps, de travaux et de frais, a échappé à l'affreux incendie de 1679 qui a détruit tant d'édifices, de choses

[1] Hévélius s'était marié deux fois, la seconde, à cinquante-quatre ans et il avait épousé une jeune fille de seize. Cette union peu assortie semble avoir été heureuse. Mme Hévélius fut pour son époux le plus dévoué des assistants et des calculateurs. — Une des planches de la première partie de la *Machina Cœlestis* la représente, observant au sextant, en même temps que son mari.

précieuses, presque tous ses biens, ses instruments, son imprimerie, et tant de manuscrits. Il espère pouvoir publier ce dernier ouvrage, mais il n'eut pas cette satisfaction, car il mourut à l'époque où la gravure de la première carte venait d'être achevée.

Faisons remarquer qu'Hévélius avait créé de nouvelles constellations : le Lézard, le Renard et l'Oie, le Petit Lion, les Chiens de Chasse, le Lynx Cerbère ; le Sextant d'Uranie, l'Ecu de Sobieski, le Petit Triangle et le Mont Ménale (Cette dernière se trouve sous les pieds du Bouvier). Ces constellations n'ont pas toutes été conservées par les modernes [1].

C'est une heureuse coutume, établie depuis quelques décades, de célébrer le centenaire des hommes illustres. En 1887, comme en 1911, l'Empire allemand et la ville de Dantzick, ont laissé passer l'occasion de rééditer la *Machina Cœlestis*; on ne peut que le regretter.

Ce qui reste des manuscrits d'Hévélius se trouve à l'Observatoire de Paris Cette collection, qui forme 22 volumes in-folio, dont 16 pour la correspondance seulement, a été achetée par J.-N Delisle quand il passa à Dantzick, aux héritiers du grand astronome. Poggendorf est dans l'erreur quand il dit que « Godin l'emporta à Cadix, où elle est peut-être encore ».

[1] Hévélius a en outre publié quelques opuscules, un, entre autres, sur le passage de Mercure devant le Soleil du 3 mai 1681, qu'il observa au milieu des nuages, et un autre sur l'étoile variable du col de la Baleine. Il y réunit toutes les observations faites sur cette étoile depuis 1638, époque de sa découverte par Hollwarda, jusqu'en 1662.

CHAPITRE XI

CRÉATION DES GRANDES ACADÉMIES
FONDATION DES OBSERVATOIRES DE COPENHAGUE, DE PARIS, DE GREENWICH

De tout temps, les hommes de science ont éprouvé le besoin de se communiquer leurs découvertes, de discuter leurs idées, et, pour cela, de se réunir. Dès l'Antiquité grecque, Académos s'est immortalisé en mettant ses jardins à la disposition de Platon et de ses disciples. Ces jardins furent conservés et entretenus avec soin dans la suite, et servirent de lieu de sépulture aux hommes qui avaient rendu de grands services à la patrie, ce qui n'empêcha point Sylla de les détruire et d'employer les beaux arbres qui les décoraient pour construire des machines de guerre. Plus tard, Cicéron donna le nom d'Académie à une maison qu'il possédait du côté de Pouzzoles et où il composa plusieurs de ses ouvrages. Il est probable qu'il aimait à y réunir ses amis pour discuter avec eux des questions philosophiques.

Le Musée (Μουσαιον) d'Alexandrie peut être considéré aussi bien comme une Académie que comme une Université.

Venons en aux temps modernes. Dès la Renaissance, sous des noms divers, des Académies s'établirent en Italie, en France, en Angleterre. Par contre, en Allemagne, pays spécialement ravagé par les guerres de religion, elles ne parurent qu'à une époque ultérieure.

L'Académie del Cimento se forma à Florence, peu

d'années après la mort de Galilée. Son existence ne fut d'ailleurs pas longue. Elle disparut en 1667, n'étant encore fondée que depuis dix ans.

Elle ne se composait que de neuf membres, parmi lesquels nous ne nommerons que ceux dont les travaux ont quelque rapport avec la science des astres, et, en première ligne, Alphonse Borelli (1608-1679).

L'existence de Borelli fut mouvementée ; tour à tour professeur à Messine et à Pise, il retourna plus tard à sa première résidence, prit part au soulèvement de Messine contre les Espagnols (1674), et dut quitter le pays. Il se retira à Rome, où il dut recourir, pour pouvoir vivre, aux bienfaits de la reine Christine de Suède. Finalement, il mourut dans une affreuse misère.

Il construisit un appareil renvoyant les rayons du Soleil dans une direction toujours la même, il est donc l'inventeur de l'héliostat.

Le grand-duc de Florence ayant reçu de Campani une excellente lunette, il la mit à la disposition de Borelli, qui s'en servit pour étudier spécialement Saturne et Jupiter, et, en particulier, les satellites de cette dernière planète, sur lesquels on était encore peu renseigné. Raisonnant par analogie, faute d'observations assez nombreuses, Borelli leur applique ce que l'on a trouvé pour les planètes, par exemple les lois de Képler. C'est dans ses *Theoricæ Mediceorum planetarum* que l'on trouve pour la première fois les mots de *peri-jove* et d'*apo-jove* que l'on a conservés, malgré la bizarrerie de leur composition, car ils sont formés d'un mot grec et d'un mot latin. Ajoutons que Borelli, un des premiers, a soupçonné que les comètes décrivent, autour du Soleil, des orbites paraboliques ou elliptiques.

Son œuvre la plus célèbre est le *De motu animalium*, qui parut après sa mort.

Vincenzo Viviani (1622-1703), était, comme Galilée, un Florentin, et il fut le dernier disciple de son grand compatriote, ce dont il se vanta toute sa vie. Il eut pour condisciple Torricelli, auquel il devait survivre de longues années, et qu'il aida dans ses recherches sur le baromètre. Mais il fut surtout un mathématicien pur, qui, tout en s'occupant de travaux d'un ordre pratique (par exemple, en compagnie du grand Cassini, il eut à décider de travaux hydrauliques qui ne furent pas mis à exécution, et, en même temps, son illustre associé et lui firent de concert une foule d'observations relatives à l'Histoire naturelle, à l'Astronomie et même à l'Archéologie), travailla beaucoup sur la Géométrie traitée à la manière des anciens, et restitua les œuvres perdues d'Apollonius et d'Aristée.

L'ouvrage de Viviani qui nous intéresse le plus est sa biographie de Galilée, bien que, visiblement, il n'ait pas osé y insérer ses véritables sentiments et ceux de son maître sur le mouvement de la Terre. Nous avons vu que Viviani fut enseveli dans la même tombe que le grand astronome florentin, honneur qu'il avait sans doute sollicité.

La Société Royale de Londres a été fondée, à l'imitation de l'Académie del Cimento, en 1662, mais, en réalité, son origine est plus ancienne. Pendant les guerres civiles qui amenèrent le remplacement de la royauté par le protectorat d'Olivier Cromwell, quelques hommes appartenant à l'aristocratie prirent l'habitude, dès l'année 1645, de se réunir périodiquement, afin de se consoler du malheur des temps, par l'étude de la nature. Cette association se

tint dans l'ombre, tant que durèrent Cromwell et son fils mais, une fois l'ancienne monarchie restaurée, elle ne craignit plus la lumière, et, le 15 juillet 1662, elle fut autorisée à prendre le titre qu'elle porte encore aujourd'hui. Robert Boyle, qui découvrit, avant Mariotte, la loi qu'en France on attribue à ce dernier, fut un des principaux fondateurs de cette illustre Académie qui compte, parmi ses présidents, lord Brouncker, inventeur des fractions continues, Newton, qu'il suffit de nommer, Pringle, le premier des médecins anglais de son temps, sir Joseph Banks, dont la présidence dura près de quarante ans, et à une époque relativement récente, sir Humphry Davy, Wollaston, etc.

La récompense la plus appréciée que décerne la Société Royale est la médaille de Copley, dont la valeur matérielle n'est que de six guinées (environ 150 francs). Parmi les astronomes qui l'ont reçue, nous nommerons Bradley, Maskelyne, les deux Herschel, Arago, Le Verrier.

Ainsi que sa rivale d'outre-Manche, l'Académie des Sciences de Paris, avant de recevoir la consécration officielle, vivait d'une existence indépendante, ou pour mieux dire, pendant la première moitié du XVIIe siècle, il y eut, en même temps ou successivement, à Paris, divers groupes d'hommes de science, se réunissant à intervalles réglés, et discutant des questions de Philosophie et de Physique, aussi bien que de sciences appliquées, comme, par exemple de Médecine et d'Hygiène.

Le fondateur de la presse française, le médecin Théophraste Renaudot[1], fut le promoteur de la première de

[1] Voir les intéressants articles que M. Bigourdan a consacrés aux premières sociétés scientifiques à Paris au XVIIe siècle

ces réunions, qui se tenait à son « Bureau d'adresse », rue de la Calandre, dans la Cité. Une fois par semaine, à 2 heures, il y avait là une conférence contradictoire à laquelle prenaient part, nous dit Renaudot, des membres des grands Corps de l'Etat et des Compagnies souveraines, et sans doute aussi des savants d'origine modeste.

« Les sujets discutés, nous dit M. Bigourdan, sont extrêmement variés, allant un peu au hasard de la Philosophie à l'Economie politique et sociale, telles que nous les entendons aujourd'hui, en passant par les questions de langues, de grammaire, d'éducation, d'art militaire même, puis par les sciences physiques, naturelles et leurs applications, comme la Médecine et l'Hygiène. Les sciences occultes sont loin d'être négligées, mais les Mathématiques pures, la Mécanique (sauf le mouvement perpétuel), l'Histoire, la Géographie, sont peu ou point effleurées. »

Les conférences du Bureau d'Adresse durèrent jusqu'au 1er septembre 1642 ; Richelieu n'était plus là pour défendre Renaudot contre la haine de la Faculté de Médecine, et Louis XIII, son autre protecteur, ne tarda pas à suivre le cardinal dans la tombe.

Dès 1635, des réunions scientifiques se tenaient de même, le plus souvent chez le P. Mersenne, au couvent des Minimes, près la place Royale. Parmi les hommes qui fréquentaient ces réunions, on peut citer Blaise Pascal et son père, Mydorge, ami de Descartes, qui s'occupa beaucoup d'Optique, Descartes lui-même, Ro-

dans les *Comptes-Rendus* de l'Académie des Sciences, tomes CLXIII et CLXIV.

berval, Desargues, Gassendi, Auzout et le philosophe anglais Hobbes.

La mort du P. Mersenne, arrivée en 1648, et les événements politiques troublèrent ces réunions qui,paraissent avoir été suspendues jusqu'en 1657, époque où elles recommencèrent à l'hôtel de M. Habert de Montmor, le protecteur de Gassendi, que nous avons déjà rencontré. Cette Académie paraît avoir joui d'une grande considération en Europe, du moins on peut le présumer quand on voit la Société Royale de Londres, aussitôt qu'elle fut constituée, lui envoyer présenter ses compliments.

On ne sait pas au juste quand les réunions tenues chez M. de Montmor prirent fin. Elles avaient encore lieu en 1663. En 1666, Colbert créa l'Académie des Sciences, et, ce faisant, il n'exécutait qu'une partie d'un projet beaucoup plus vaste qu'il avait conçu. L'Académie, dont les règlements, ont été remaniés à diverses époques, en 1699, en 1716, en 1785, fut dissoute en 1793, mais elle ne tarda pas à renaître sous le titre de première classe de l'Institut, et l'Institut, c'était à peu de chose près, la réalisation du plan dont Colbert avait rêvé l'exécution.

Parmi les autres grandes Académies européennes, celle de Berlin date de 1720, celle de Pétersbourg de 1725, celle de Vienne de 1748.

Fondation des observatoires de Copenhague, de Paris, de Greenwich

De tous les observatoires existant à l'heure actuelle en Europe, le plus ancien est celui de Copenhague, cela tient sans doute au souvenir de Tycho-Brahé ; quelle

qu'ait été sa disgrâce, les études astronomiques ne pouvaient rester dans le discrédit en Danemark.

Cet établissement fut d'ailleurs créé à la demande de Christian Severin Longborg, qui a transformé son nom en celui de Longomontanus (1562-1647), qui était un élève de Tycho-Brahé, auprès duquel il avait vécu huit ans à Huène, et qu'il suivit en Bohême. Il fut fidèle aux théories de son maître, qu'il modifia toutefois en donnant à la Terre le mouvement diurne ; de même, il emprunta à Copernic l'explication de la précession des équinoxes et de la variation de l'obliquité de l'écliptique.

C'est en 1637 que, à la demande de Longomontanus, le roi de Danemark Christian IV ordonna la construction à Copenhague d'une tour consacrée uniquement à l'observation des astres. Cette tour avait 115 pieds rhénans et 3 pouces de haut dont 111 pieds pour la hauteur des murs, 4 pieds 3 pouces pour la balustrade, et dont le diamètre était 48 pieds 4 pouces. Au milieu de la tour s'élevait un cylindre en maçonnerie ayant un diamètre de 12 pieds 6 pouces et, entre ce cylindre et le mur de la tour, une montée en pente douce et continue permettait d'atteindre le sommet de l'édifice, dont la voûte était surmontée de divers abris pour les observateurs et leurs instruments. Une voiture traînée par des chevaux pouvait parvenir au sommet de la tour.

Parmi les instruments qu'on y remarquait, se trouvait un globe céleste construit par Tycho lui-même, et dont Picard, dans son *Voyage d'Uranibourg*, nous dit : « Je vis dans l'auditoire de l'Académie ce fameux globe céleste, dont la description est dans la méchanique de Tycho. Il est de cuivre, très bien gravé et nonobstant toutes les fortunes qu'il a courues, ayant été première-

ment transporté de Danemark en Bohême, puis en Silésie, et enfin rapporté en Danemark, il est dans son entier, comme s'il venait d'être fait. Son diamètre est précisément 4 pieds 7 pouces et une ligne, mesure de Paris. »

Malheureusement, un affreux incendie qui ravagea la ville de Copenhague le 20 octobre 1728 détruisit ce globe et les autres instruments de l'observatoire.

Celui-ci était d'ailleurs fort incommode, ce qui n'empêche pas qu'on y ait beaucoup travaillé. C'est là que Rœmer, quand il eût quitté la France, établit la première lunette méridienne, ainsi qu'un équatorial, formé de deux lunettes dont les axes optiques étaient à angle droit. L'une de ces lunettes servait à viser l'astre, l'autre, que Rœmer appelait le microscope, regardait un arc de cercle, placé au haut de l'axe polaire, au centre et dans le plan duquel elle tournait ; sur cet arc, on lisait les déclinaisons,

Mais, pour éviter les inconvénients de cette tour astronomique, Rœmer se décida à observer chez lui. Ce nouveau local n'était pas d'ailleurs sans offrir des inconvénients ; par exemple, le mur de la chambre où était la lunette méridienne était oblique au méridien. Cependant, tout compte fait, au sommet de la tour, on se trouvait encore plus mal.

Malgré l'autorité de Rœmer, et bien qu'il n'eût été que trop prouvé par les faits du danger qu'il y avait à ce que des instruments précieux, des manuscrits renfermant des trésors d'observations résultant d'un long et pénible travail, se trouvassent dans un bâtiment presque inaccessible en cas d'incendie, la tour de Longomontanus continua à servir d'observatoire jusqu'en 1857, époque où d'Arrest,

appelé de Leipzig à Copenhague, fit décider la construction d'un observatoire moderne, qui fut établi sur un bastion de l'ancien rempart de la ville, et qui, par suite de la démolition ultérieure de ce rempart, se trouve maintenant isolé dans un angle du nouveau jardin botanique de l'Université. Il va sans dire que, depuis Longomontanus, le vieux monument historique avait été maintes fois restauré, notamment en 1780 sous la direction de Bugge, et, en 1817, sous celle de Schumacher. Mais nous le répétons, son remplacement était devenu indispensable et on doit s'étonner qu'on ait attendu si longtemps pour le réaliser.

En 1665, l'astronome Auzout, qui était surtout un opticien et s'est aussi beaucoup occupé d'Architecture [1], adressa à Louis XIV une lettre où il exposait au monarque les avantages qu'aurait, pour la gloire scientifique de la France et même pour ses intérêts matériels, la création d'un observatoire [2]. Cet appel fut entendu, et, le

[1] Adrien Auzout, né à Rouen en 1630, mort à Rome en 1691, doit aussi être cité comme un des inventeurs du micromètre à fil, invention que toutefois firent de leur côté divers autres savants, notamment l'Anglais Gascoigne, tué dans les guerres civiles de son pays à l'âge de 24 ans, mais dont les travaux ne furent publiés que longtemps après sa mort.

[2] Il est étonnant qu'on ait attendu si longtemps pour faire cette création. En 1634, l'astronome, et aussi astrologue Morin, qui prétendait avoir résolu le problème des longitudes, reconnaissait que les Tables astronomiques alors en usage étaient fort imparfaites, et, pour qu'on pût les corriger, il proposait de fonder à Paris un observatoire où l'on mesurerait les mouvements des astres pendant une longue suite d'années. C'était une proposition assurément digne d'être prise au sérieux, et on est surpris de voir qu'elle n'ait pas été adoptée par le cardinal de Richelieu, dont l'esprit était si vaste et qui avait

21 juin 1667, jour du solstice d'été, les astronomes de l'Académie, Picard, Auzout, Buot, Frénicle, Richer, se transportèrent sur le terrain choisi pour la construction de l'édifice, déterminèrent la latitude de ce lieu, qu'ils trouvèrent de 48° 49′ 30″, tracèrent une méridienne et huit azimuts pour servir à orienter le bâtiment, et mesurèrent la déclinaison de l'aiguille aimantée qui était alors de 15′ à l'occident. En 1663, cette déclinaison avait été nulle, en 1580, elle était orientale et valait 11°30′.

L'architecte désigné pour présider à la construction du bâtiment était Perrault, le célèbre auteur de la colonnade du Louvre. Assurément, on ne pouvait mieux choisir au point de vue du talent, et on ne peut voir certaines parties de l'Observatoire de Paris, notamment le grand escalier, sans être frappé d'admiration, de même, on est vivement impressionné quand on entre dans la grande salle méridienne du second étage.

Malheureusement, ce colossal édifice est peu propre aux observations, et c'est une chose qu'on a vivement reprochée à Perrault, bien que ce soit, semble-t il, à tort. L'architecte ne pouvait être responsable de ce fait, qu'à l époque de la construction, l'art d'observer était sur le point de se modifier radicalement. De nos jours, on a fait de ce grand palais ce que l'on en pouvait faire de mieux, en le transformant en un musée scientifique des plus remarquables et des plus intéressants à visiter, et en

tant à cœur les intérêts de la marine française. Il récompensa pécuniairement Morin, mais ne fit rien de plus. — Les commissaires chargés d'examiner le projet de Morin, parmi lesquels se trouvait le père de Blaise Pascal, semblent d'ailleurs avoir eu quelque prévention contre l'inventeur, mais les astronomes du temps, Gassendi entre autres, n'étaient pas du même avis.

établissant dans les environs de petites salles spécialement destinées aux observations. Dans un avenir prochain, l'Observatoire de Paris sera sans doute complété par une succursale établie à la campagne, et, alors, il n'aura plus rien à désirer.

Quand Cassini vint en France, la construction de l'Observatoire était déjà fort avancée : « Le bâtiment de l'Observatoire que le Roi faisait construire pour les observations astronomiques, a-t-il écrit, était élevé au premier étage lorsque j'arrivai. Les quatre murailles principales avaient été dressées aux quatre principales régions du monde. Mais les trois tours avancées que l'on ajoutait à l'angle oriental et occidental du côté du midi et au milieu de la face septentrionale, me parurent empêcher l'usage important qu'on aurait pu faire de ces murailles, en y appliquant quatre grands quarts de cercle (à l'extérieur, évidemment) capables par leur grandeur, de marquer distinctement non seulement les minutes, mais même les secondes ; car j'aurais voulu que le bâtiment même de l'Observatoire eût été un grand instrument, ce que l'on ne peut faire à cause de ces tours qui, d'ailleurs, étant octogones, n'ont que de petits flancs coupés de portes et de fenêtres. C'est pourquoi je proposai d'abord qu'on n'élevât ces tours que jusqu'au second étage et qu'au-dessus on bâtit une grande salle carrée, avec un corridor découvert tout à l'entour, pour l'usage dont je viens de parler. Je trouvais aussi que c'était une grande incommodité de n'avoir pas dans l'Observatoire une seule grande salle d'où l'on pût voir le ciel de tous côtés ; de sorte qu'on n'y pouvait pas suivre d'un même lieu le cours entier du Soleil et des astres d'orient en occident, ni les observer avec le même instrument, sans

le transporter d'une tour à l'autre. Une grande salle me paraissait encore nécessaire pour avoir la commodité d'y faire entrer le Soleil par un trou et pouvoir faire sur le plancher la description du chemin journalier de l'image du Soleil, ce qui devait servir non seulement d'un cadran vaste et exact, mais aussi pour observer les variations que les réfractions peuvent causer aux différentes heures du jour, et celles qui ont lieu dans le mouvement annuel. »

Tels étaient les *desiderata* de Cassini. En réalité, Perrault fit ce qui dépendait de lui pour les satisfaire. Notamment, la grande salle du second étage fut aménagée de façon à offrir un gnomon gigantesque, mais, pour attendre que les tassements inévitables fussent effectués, on ne la pava qu'en 1729, au grand regret de l'architecte, et cette salle ne servit jamais au but qu'on avait voulu lui donner.

Maintenant, de quels instruments disposa-t-on dans le palais scientifique édifié par Perrault?

On avait des lunettes munies d'objectifs taillés par Campani, Borel, Huyghens, Hartsœker, etc. Ces objectifs étaient simples, de très longue distance focale et d'un très petit diamètre. Les lunettes qui les portaient étaient placées sur le bord des fenêtres des grandes salles de l'Observatoire, et l'observateur se tenait dans ces salles. On s'installait aussi dans la tour orientale, qui fut laissée entièrement découverte, pour qu'on pût y faire des observations au voisinage du zénith à l'abri du vent. On avait laissé dans la façade septentrionale une longue fente qui a servi à recevoir et à élever à diverses hauteurs de grands verres objectifs avec lesquels on a découvert le plus petit satellite de Saturne.

Une tour de bois qui avait été autrefois à Marly, où elle servait à élever les eaux de la Seine qui allaient à Versailles, fut élevée sur la terrasse qui se trouve au sud du grand bâtiment. Elle permit d'élever des objectifs à une hauteur beaucoup plus grande qu'il n'eût été possible sans elle. On avait des objectifs ayant jusqu'à 250 pieds de foyer, ils furent installés au sommet de cette tour, et l'astronome se tenait en bas, l'oculaire à la main. On voit quelle habileté il fallait pour se servir d'un tel instrument. Combien d'observateurs capables d'en faire usage trouverait-on aujourd'hui?

Voilà pour l'Astronomie physique : quant à ce qui concerne l'Astronomie de position, le grand bâtiment n'y convenait pas. Picard, La Hire et Rœmer établirent, à l'extérieur de la tour de l'Est, un petit cabinet où ils installèrent un quart de cercle mural, qui fut fixé au mur de cette tour ; mais, comme le bâtiment est entouré d'une corniche formant une forte saillie, le mural dût être placé à l'extrémité de longues potences en fer, ce qui rendait son réglage difficile et incertain. Ces cabinets d'observation furent plusieurs fois reconstruits ou agrandis, notamment en 1731, époque à laquelle l'Observatoire fut mis en possession d'un grand quart de cercle de six pieds de rayon, et en 1776, lorsque Cassini IV parvint à obtenir des pouvoirs publics les ressources nécessaires pour sauver l'Observatoire d'une ruine imminente et complète.

Ce qui fit défaut à l'Observatoire de Paris, bien plus que les ressources matérielles, ce fut une bonne organisation. Ce n'était pas, comme aujourd'hui, un établissement placé sous la direction d'un chef responsable qui est chargé d'y faire exécuter des travaux scientifiques selon un plan dé-

terminé d'avance, et qui ne peut être modifié tant que ces travaux ne sont pas terminés. L'Observatoire était alors un bâtiment, pourvu d'instruments scientifiques, que le Roi mettait à la disposition des astronomes de son Académie ; et ceux-ci travaillaient librement comme ils l'entendaient. Cassini, Picard, La Hire, Rœmer y vivaient côte à côte, indépendants les uns des autres.

Cet état de choses offrait de grands inconvénients. Des travaux, parfois bien importants, et auxquels il ne restait qu'à mettre la dernière main, étaient interrompus par la mort de celui qui s'en était chargé, et restaient inutiles à jamais.

C'est ainsi que Jacques Philippe Maraldi (1665-1729), neveu de Cassini I, qui l'avait fait venir à Paris en 1687, avait conçu le dessein de faire un catalogue des étoiles fixes, que l'on a vivement reproché à l'ancien Observatoire de n'avoir pas produit. Ce n'est pas à Maraldi qu'il faut s'en prendre, car il y travailla, pendant plus de quarante ans, avec une assiduité sans égale, ce qui ne l'empêcha pas, d'ailleurs, à l'occasion, de s'occuper d'autres objets scientifiques, notamment de la mesure du méridien, en compagnie de son oncle et de son cousin Jacques Cassini.

Il ne lui manquait plus, pour achever son catalogue d'étoiles, que d'en déterminer quelques-unes vers le zénith et vers le nord. Pour y arriver, il venait de placer un quart de cercle mural sur le haut de la terrasse de l'Observatoire, quand il fut atteint d'une maladie qui l'enleva le 1er décembre 1729, et tout qu'il avait fait demeura nul et non avenu.

Les astronomes français ont d'ailleurs fait, au XVIIIe siècle, de très grandes choses en dehors de l'Obser-

vatoire, c'est à eux qu'on est redevable de pouvoir dire que la géodésie est une science française. Mais il ne faut pas s'étonner que les travaux faits à l'intérieur de l'établissement aient souffert de leurs absences motivées, et il est injuste d'opposer la stérilité de l'Observatoire de Paris à la fécondité de celui de Greenwich,

L'origine de celui-ci a été ce qu'elle devait être. Il a été créé pour contribuer aux progrès de l'art nautique, et spécialement à la solution du problème des longitudes, dont on se préoccupait en Angleterre encore plus qu'ailleurs. Charles II, qui gouvernait alors la Grande-Bretagne, était un homme de plaisir, un prince peu conscient de ses devoirs de souverain, mais, ayant appris que les théories astronomiques étaient très fautives, que les catalogues d'étoiles dont on se servait fourmillaient d'erreurs, il voulut que tout cela fût rectifié, et par un *warrant* daté du 4 mars 1675, il décida la création d'un observatoire que dirigerait un astronome royal. Le premier titulaire de ce nouvel office fut John Flamsteed, qui avait signalé au roi les besoins de la science du ciel.

Flamsteed (1646-1719), dès l'âge de seize ans, après avoir terminé ses études classiques, s'était consacré aux travaux astronomiques. En 1662, par exemple, on le voit observer une éclipse de Soleil, et c'est sans doute la vue de ce grand phénomène qui suscita en lui, comme chez Tycho et bien d'autres, la vocation astronomique. Ajoutons que le jeune Flamsteed, était doué, comme beaucoup d'autres astronomes célèbres, d'une grande habileté manuelle, qui lui permit de se construire des instruments, et de tailler les objectifs de ses lunettes.

Il obtint la protection d'un grand seigneur, sir Jonas Moore, qui voulait lui faire bâtir un observatoire au

collège de Chelsea, lorsque le roi prit la décision que nous avons rapportée plus haut.

Il y avait dans le parc de Greenwich une colline surmontée d'une vieille tour féodale. C'est là qu'on établit le nouvel observatoire. Le roi alloua, pour la construction, une somme de 500 livres sterling, et permit d'employer les matériaux provenant de la démolition de la tour. Ce n'est pas avec des ressources aussi minces que l'on pouvait rivaliser de somptuosité avec ce qui s'était fait à Paris, Aussi, n'y songea-t-on pas, et l'on se borna donc à construire une tour octogonale à deux étages dont l'inférieur devait être le logement de l'observateur, qui ferait ses observations au second étage, formé d'une seule grande pièce percée de hautes fenêtres. Les dépendances de l'établissement ne consistaient qu'en une pelouse de faible étendue.

Seulement, on avait oublié les instruments nécessaires à l'astronome, et si peu que l'observatoire eût coûté, Flamsteed n'osa pas solliciter de nouvelles dépenses. Il se servit donc d'un quart de cercle de trois pieds de rayon et de deux lunettes qui lui appartenaient personnellement. Son protecteur, sir Jonas Moore, y ajouta un grand sextant de six pieds de rayon, dont Flamsteed lui-même avait donné le plan et surveillé la construction et deux horloges à pendule, auxquelles il avait travaillé lui-même et dont il lui fit cadeau.

Avec ces faibles moyens, Flamsteed se mit courageusement au travail dès le 19 septembre 1676. La construction de l'observatoire n'avait pas demandé une année.

Avant de laisser de côté le premier en date des astronomes royaux anglais que nous retrouverons plus tard,

citons le programme que lui imposait l'ordonnance royale du 4 mai 1675 :

« L'astronome royal devra s'appliquer avec le plus grand soin et la plus grande activité à rectifier les Tables des mouvements des corps célestes et les positions des étoiles fixes, afin de donner les moyens de trouver la longitude en mer, ce qui est si considérable pour le perfectionnement de l'art de la navigation. »

Depuis deux siècles et demi, les astronomes royaux ont suivi ces instructions, sans s'y tenir rigoureusement, et ils ont obtenu des résultats dépassant toutes les espérances qu'on pouvait avoir au temps de Charles II.

CHAPITRE XII

L'ATTRACTION UNIVERSELLE.

Newton. — Le nom de ce grand homme s'est déjà présenté à nous à propos d'une de ses moindres inventions, du télescope qu'il a construit et dont le système est encore employé, notamment dans les instruments qui portent le nom de Foucault. Nous devons maintenant parler de ses œuvres principales, surtout de celles qui, directement, concernent l'Astronomie.

Il était né le 25 décembre 1642 (vieux style), à Whoolsthorpe, dans le Lincolnshire. On a souvent dit que la même année qui avait enlevé Galilée au monde, lui avait donné Newton pour compenser cette perte, mais cette phrase éloquente est inexacte, attendu que, pour compter à notre manière, Newton est né le 5 janvier 1643, et l'astronome florentin est mort le 8 janvier 1642.

Tout en suivant les leçons de l'Université de Cambridge, il travailla beaucoup par lui-même, et lut des ouvrages que, sans doute, les professeurs ne commentaient pas en chaire, car ils représentaient alors le point culminant de la Science, par exemple, la *Géométrie* de Descartes, *l'Optique* de Képler, *l'Arithmétique des infinis* de Wallis. Aussi, en 1669, à l'âge de vingt-sept ans, le voit-on succéder à son maître Barrow, comme professeur de Mathématiques.

Cette nomination était parfaitement justifiée, car il

y avait déjà trois ans que Newton était, au moins à peu près, en possession, de ses plus grandes découvertes, celles du calcul infinitésimal, de la décomposition de la lumière, enfin, de la loi de la gravitation universelle.

Ce n'est pas ici le lieu d'exposer les polémiques que la première de ces grandes inventions lui valut avec Leibnitz, des réclamations de priorité que fit le philosophe allemand, du jugement, enfin, plus ou moins partial de la Société Royale de Londres, sur ces réclamations. — Tous les détails historiques que l'on peut désirer sur ces questions se trouvent, exposés avec une clarté parfaite, dans la biographie que Biot a donnée de Newton, qui est la meilleure que l'on connaisse, et qu'il a reproduite dans ses *Mélanges scientifiques et littéraires*.

Au point de vue auquel nous devons nous placer, il importe, par contre, de faire mention des travaux de Newton sur l'Optique. Beaucoup de ses idées ne sont plus admises aujourd'hui, mais d'autre part, sa décomposition de la lumière par le prisme a été la base des études spectroscopiques, si étendues à présent, et qui doivent nous apprendre encore bien des choses sur la constitution de l'Univers,

On sait, qu'en matière d'Optique, il fut l'adversaire de Descartes, avec qui il partagea l'admiration du monde savant au XVIIe siècle, et même plus tard. De nos jours encore, le philosophe français, à certains points de vue est considéré comme l'emportant sur son illustre rival. L'hypothèse de l'émission, par laquelle Newton croyait expliquer la nature de la lumière, est tout à fait abandonnée au profit de celle des ondulations, soutenue par Descartes. Si, d'autre part. les tourbillons par lesquels celui-ci expliquait le mouvement des planètes autour du

Soleil, et des satellites autour des planètes sont tombés dans le décri depuis deux siècles, M. Faye a, de nos jours, fait remarquer que, dans le système du monde « tel qu'il est sorti de ses mains, il est resté une lacune dont ce grand homme (Newton) à dû faire l'aveu, et qui tient précisément au rejet de toute idée analogue à celle de Descartes. Ses successeurs ont tenté de la combler et n'ont rien trouvé de supportable. Enfin, Laplace s'en est préoccupé à son tour, or, l'hypothèse à laquelle il s'est arrêté revient, au fond à celle des tourbillons[1] »

Revenons sans nous y étendre longuement, aux travaux de Newton sur les phénomènes de la lumière. On sait qu'il s'est occupé beaucoup des couleurs des lames minces, ce qui lui permit de mesurer l'épaisseur des bnlles de savon. Le nom consacré par l'usage, *des anneaux de Newton*, rappelle ses efforts dans cette branche de la science.

Il condensa plus tard les résultats de ces études dans son *Optique* (1704) ouvrage qui fit loi pendant près d'un siècle, et qui, publié d'abord en anglais, fut bientôt traduite en latin (par le docteur Clarke), puis en français. Les éditions en ces diverses langues furent nombreuses, et ce livre eut un véritable succès. — La théorie que Newton y donne de l'arc-en-ciel, extension de celle

[1] C'est tout ce que nous dirons de Descartes, si ce n'est qu'il admettait le système de Copernic et qu'il avait composé un *Traité du Monde*, qu'il supprima par prudence, craignant que ses opinions ne lui portassent préjudice. — Il exprima toutefois ses idées dix ans plus tard, dans ses *Principes de philosophie*.

M. Faye voyait la réalisation des tourbillons cartésiens dans les cyclones qui parcourent notre atmosphère, comme aussi dans les taches du Soleil, qu'il assimilait à ces cyclones.

qu'avait donnée Descartes, a été longtemps regardée comme intangible.

Venons en à la partie la plus importante de son œuvre, à sa théorie de la gravitation universelle.

La chute d'une pomme, dit-on, aurait attiré son attention sur les phénomènes de la pesanteur, et il se demanda jusqu'où cette dernière force, qui n'est pas sensiblement diminuée quand on s'élève sur les plus hautes montagnes (puisque la durée de l'oscillation d'un pendule ne diffère pas, qu'on l'observe au sommet ou en bas) se fait sentir. Pourquoi n'agirait-elle pas encore sur la Lune et, combinée avec son mouvement antérieurement acquis, ne l'obligerait elle pas à parcourir son orbite?

En supposant qu'il en fût ainsi, le Soleil devait agir de la même façon sur les planètes et diriger leurs courses dans l'espace. Par la considération de la loi de Képler qui donne une relation entre les temps de leurs révolutions et les longueurs des grands axes de leurs orbites, Newton parvint à découvrir que, dans cette hypothèse, la force suivant laquelle le Soleil agit sur les corps qui circulent autour de lui varie en raison inverse du carré des distances.

Il n'était pas le premier à formuler cette grande loi. Copernic et Képler avaient, les premiers, entrevu que les astres doivent agir les uns sur les autres par attraction. A une époque plus récente, Borelli, Boulliaud, Christophe Wren, Halley, Hooke [1] enfin, avaient admis que cette

[1] Robert Hooke (1665-1722) fut un homme des plus remarquables, car il s'en faut de peu qu'il ait été l'égal de Newton. Par malheur, ses connaissances en mathématiques étaient trop peu étendues pour qu'il pût facilement faire usage du calcul pour vérifier ou perfectionner une théorie et contrôler une

attraction varie en raison inverse du carré de la distance, mais ou bien ils ne s'étaient appuyés que sur des raisons métaphysiques, toujours contestables, ou bien, supposé cette loi connue, ils n'avaient pu en déduire la forme de l'orbite.

Newton se trouvait donc tout naturellement amené à comparer la chute de la Lune vers la Terre en un temps déterminé, une minute, par exemple, et à la comparer à la chute des corps telle que nons pouvons l'observer. — On connaissait alors approximativement, en rayons terrestres, la distance de la Lune à la Terre, si on suppose que cette distance soit exactement mesurée par le nombre 60, et si la loi supposée est exacte, en une minute, la chute de la Lune devra être la 3600ᵉ partie du chemin parcouru en une minute par un corps tombant à la surface de la Terre. —

Il fallait donc commencer par évaluer le rayon de la Terre en mesures usuelles, en pieds, puisque nous

expérience. Il n'y avait presque aucune partie des connaissances humaines qu'il n'eût étudiée et sur laquelle il ne se fût formé des vues à lui, mais peu précises, si bien qu'il trouvait toujours quelque réclamation de priorité à formuler, quand un autre savant venait à exposer une découverte. — Ajoutons qu'il était d'un caractère jaloux et envieux, si bien qu'il fut tout naturellement l'ennemi de Newton. — Chargé par la Société Royale d'examiner le télescope de ce dernier, il écrivit dans son rapport une phrase qui le peint à merveille, car il y annonce « qu'il possède un moyen infaillible à l'aide duquel il est possible de porter au dernier degré de perfection, non seulement le télescope, mais tous les instruments d'optique quelconques, de manière que tout ce qui avait été inventé, projeté ou même désiré en optique, pouvait s'exécuter ainsi avec autant de facilité que d'exactitude. »

Hooke était Anglais. — Qu'aurait-on dit s'il eût été Gascon ?

sommes au XVII[e] siècle. Or, cette détermination, faite au point de vue de l'usage des navigateurs était fort inexacte. Le mille marin anglais est la minute d'un arc de grand cercle de la circonférence terrestre, la valeur qu'il lui supposait, traduite en mesures modernes, était 1609 mètres au lieu de 1855 !

Il en résulta que, pour la chute de la Lune en un temps donné, il trouva une valeur qui différait de 1/6 de celle qu'il aurait dû trouver, si la loi supposée eût été exacte. Il abandonna donc son travail et s'occupa surtout de Physique.

Mais, un assez grand nombre d'années plus tard, en 1682, il eut connaissance de la nouvelle mesure de degré terrestre qui venait d'être faite en France par Picard. La modestie de celui-ci n'empêchait pas son mérite d'être connu en dehors de son pays, et, en particulier, Newton faisait grand cas de lui. Il se hâta donc d'introduire dans ses formules la nouvelle valeur du rayon terrestre, et fut assez heureux pour constater une coïncidence parfaite entre le résultat de son calcul et le nombre attendu. — Il éprouva une telle émotion, en entrevoyant cet accord, qu'il ne put aller jusqu'au bout, et chargea un de ses amis de terminer cette vérification. Il communiqua cette découverte sensationnelle à la Société Royale à la fin de 1683, mais n'en donna que l'énoncé, sans démonstration.

En 1686 seulement, il lui soumit ses *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, ce qui lui valut de violentes disputes avec Hooke. Cet ouvrage, imprimé aux frais de la Société, parut en 1687. C'est grâce à l'insistance de Halley que Newton se décida à cette publication, et c'est un titre de plus pour ce grand astronome à la reconnaissance de la postérité.

Du même coup, les principaux phénomènes du système du monde étaient expliqués, ou, tout au moins, on en entrevoyait l'explication, que les successeurs de Newton auraient à développer. On pouvait deviner que la Terre est un sphéroïde aplati vers les pôles, ce que vérifièrent les astronomes français de la génération suivante ; on voyait que les phénomènes de la précession des équinoxes, de la libration de la Lune, des marées, que l'on disait le tombeau de la curiosité humaine, que le mouvement des comètes, regardées jusqu'alors comme des astres absolument irréguliers, que tout cela résultait de la loi newtonienne.

Ce grand ouvrage eut deux autres éditions du vivant de son auteur. L'une parut en 1713, par les soins de Roger Cotes (1682-1716), jeune mathématicien dont Newton faisait le plus cas, et qui mourut malheureusement à la fleur de l'âge ; l'autre fut publiée en 1726 par le docteur Pemberton.

D'autres éditions ont paru depuis, la plus connue est peut-être celle que l'on doit aux Minimes français Le Seur (1703-1770) et Jacquier (1711-1788) qui la donnèrent en 1760. Ces deux savants résidaient à Rome, c'est ce qui explique la déclaration suivante, qui dut coûter à la sincérité de deux hommes respectables qui se sentaient dans une position fausse [1] :

« *Newtonus in hoc tertio libro telluris motœ hypo-*

[1] Benoît XIV avait permis d'enseigner le système de Copernic en forme d'hypothèse, mais non comme doctrine positive. — C'est pourquoi en 1820, un professeur de l'Université romaine della Sapienza, nommé Settele, ayant oublié cette prescription dans un ouvrage d'Astronomie qu'il avait composé par ordre de ses supérieurs, se vit refuser l'*imprimatur*.

thesim assumit. Auctoris propositiones aliter explicari non poterant, nisi eadem quoque facta hypothesi. Hinc alienam coactis sumus gerere personam. Cœterum a latis summis Pontificibus contra telluris motum nos obsequi profitemur[1]. »

L'Astronomie des anciens avait été purement géométrique. Copernic et Képler l'avaient grandement perfectionnée et c'est le second que l'on peut regarder comme le créateur de ce que l'on peut appeler l'Astronomie cinématique. Il ne s'en était pas tenu là, et avait tenté d'introduire la Mécanique dans la science du ciel, mais il avait été arrêté par l'insuffisance des connaissances mathématiques de son époque.

C'était à Newton qu'il était réservé de créer l'Astronomie dynamique, qu'il a exposée dans ses *Principia*. Mais il ne faut pas oublier qu'il avait été grandement aidé par les découvertes de Huyghens sur la mesure de la force centrifuge. Le géomètre hollandais avait en main tout ce qu'il fallait pour découvrir la plus importante des lois de la nature. S'il n'a pas fait cette découverte, c'est peut-être parce qu'il ne connaissait pas le calcul des infiniment petits, qu'il n'étudia que dans sa vieillesse, et que l'on doit à Newton, qui l'appelait *calcul des fluxions*.

Il semble bien, en effet, que c'est par l'emploi de ce calcul que Newton obtint son grand résultat, et une foule

[1] « Dans ce troisième livre, Newton adopte l'hypothèse du mouvement de la Terre. Les propositions de l'auteur ne pouvaient s'expliquer qu'en faisant cette même hypothèse. Nous nous voyons donc obligés de jouer un rôle qui nous est étranger. Du reste, nous déclarons nous soumettre aux sentences prononcées par les Souverains Pontifes contre le mouvement de la Terre. »

d'autres, qui se trouvent dans son livre des *Principia*. Seulement, là, c'est sous une autre forme qu'il les a exposés, en faisant usage de la synthèse géométrique des Anciens. Ses démonstrations, d'une rigueur absolue, n'en sont pas moins ardues [1], et c'est tout au plus si, en Europe, il y avait trois ou quatre hommes en état de lire vraiment son livre. — Il faut reconnaître d'ailleurs que s'il s'y était servi du calcul infinitésimal, encore peu connu et dont les principes étaient contestés, il eût encore été moins accessible au public. — Il fallut qu'une génération au moins passât pour que Newton fût vraiment compris.

Mais, et cela fait honneur à ses contemporains, ne le comprenant qu'imparfaitement, ils sentirent néanmoins sa grandeur et lui rendirent les hommages qu'il méritait. En 1703, la Société Royale le chargea de la présider, ce qu'il fit jusqu'à la fin de sa vie. Il jouit donc pendant vingt-quatre ans de la plus haute situation honorifique qu'un savant puisse occuper en Angleterre. En France, dès que l'Académie des Sciences eut des associés étrangers, elle s'empressa d'inscrire son grand nom sur sa liste, à côté de ceux de Leibnitz, de Jacques Bernoulli et de Viviani. Ajoutons un fait peu connu, c'est que lorsque l'Académie fut créée, Louis XIV, ou plutôt Colbert, avait déjà songé à l'illustre Anglais, et, s'il ne vint pas résider

[1] Le livre des *Principia* est des plus difficiles à lire, même pour les intelligences supérieures. Qu'on en juge :

« Lorsque j'avais réussi à comprendre, et à me démontrer les solutions qu'il donne d'une série de problèmes, cet effort ne me mettait nullement en état de résoudre, par moi-même, des problèmes à peine différents. »

C'est Euler qui a écrit cela, dans la préface de sa *Mécanique*.

en France, comme Roemer et Cassini, ce ne fut pas la faute du roi ou de son grand ministre.

D'autre part, l'Université de Cambridge le chargea de la représenter à la Chambre des Communes [1]; mais, comme il ne prit part à aucun débat, nous pouvons faire abstraction de sa carrière politique. Ce qui est plus important, c'est qu'il ne crut pas au-dessous de lui de mettre son savoir au service de son pays. — Le ministre des finances le consulta sur les questions monétaires et sur la création de la Banque d'Angleterre. — Les conseils qu'il donna, ainsi que le philosophe Locke, furent suivis, et grâce à eux, la situation financière de la Grande-Bretagne s'améliora considérablement, malgré l'état de guerre. — Pendant ce temps, en France, on dédaignait d'écouter les conseils de Vauban.

Pour récompenser Newton, on le nomma d'abord inspecteur, puis directeur de la Monnaie, emploi des plus lucratifs, car il donnait un revenu de 12 à 1500 livres sterling. Ce n'était pas d'ailleurs une sinécure, et l'auteur des *Principia* donna tous ses soins à ce que la monnaie anglaise, qui laissait jusqu'alors beaucoup à désirer, fût désormais de bon aloi. — Au commencement de sa carrière, il était loin d'être dans l'aisance, si bien qu'en 1674, on le voit demander à la Société Royale de vouloir bien le dispenser de payer la cotisation annuelle de 52 schellings, qui dépassait ses facultés. La dispense fut accordée, et, de plus, la Société se fit honneur en publiant à ses frais les ouvrages de son illustre associé. — Devenu riche, Newton se montra un modèle de bienfaisance. Ses con-

[1] L'Université le nomma pour récompenser en lui à la fois le défenseur de ses privilèges, et l'ennemi du catholicisme.

naissances en Physique et aussi en Chimie ne lui furent pas inutiles dans ses nouvelles fonctions. Il avait, en effet, beaucoup étudié cette dernière science, et ses papiers contenaient des études importantes s'y rapportant. Par malheur, un incendie les détruisit ainsi qu'une partie de ses travaux sur l'Optique. Cette perte accabla Newton, si bien qu'il fut atteint d'une maladie mentale qui dura dix-huit mois, au bout desquels, grâce aux soins que lui donnèrent ses amis, il recouvra ses facultés et put reprendre ses travaux. Toutefois, s'il donna de nouvelles éditions, revues et complétées, de ses anciens ouvrages, il ne fit plus de grandes découvertes. A l'âge de quarante-cinq ans, il avait donné tous ses fruits, et l'on conçoit que l'effort qu'il avait dû faire pour en arriver là avait dû lasser son intelligence, si puissante fût-elle. Les dévots de la gloire de Newton, car il en a, surtout en Angleterre, ont voulu en vain protester comme si c'eût été un attentat que de constater un fait aussi naturel qu'une maladie atteignant un grand homme, ils ont dû s'incliner devant la production de documents irréfutables [1].

Il y a eu des mathématiciens, comme Euler, par exemple, pour qui le calcul est la chose principale et qui, au fond, ont peu de souci de la question de Mécanique ou de Physique qui les occupe. C'est ainsi que les travaux du géomètre de Bâle sur l'artillerie, c'est Condorcet qui nous le fait remarquer, ont surtout servi à faire progresser l'Analyse mathématique. Tel n'était pas le cas de Newton. En même temps qu'il était le premier mathématicien de son temps, (et encore, là il avait des émules tels que

[1] Pareil accident arriva d'ailleurs à Huyghens, et il n'y a pas à s'en étonner.

Leibnitz et Bernoulli) il a été un expérimentateur sans rival. Il s'est même attaché à des parties de la physique qui ne sont guère susceptibles de vérifications expérimentales, et où la conjecture doit jouer un grand rôle. La Physique du globe, sur laquelle on avait alors si peu de données positives, l'a intéressé, et il a donné une édition de la *Geographia generalis* de Varenius, ouvrage qui eut une certaine célébrité aux XVIIe et XVIIIe siècles [1].

En exerçant ses fonctions de professeur [2], puis de directeur de la Monnaie, en poursuivant ses travaux de Mathématique et de Physique, en présidant la Société Royale, il s'occupa aussi beaucoup d'études historiques et de théologie. En particulier, il a donné une *Chronologie*, que Fréret a réfutée, et un Commentaire sur l'Apocalypse de saint Jean, qu'on a beaucoup critiqué, sans doute avec raison [3], mais qui prouve au moins que cet homme illustre joignait à ses autres mérites celui de posséder une érudition des plus étendues et des plus solides.

Il mourut le 20 mars 1727, âgé de quatre-vingt cinq ans, n'ayant vraiment souffert que pendant les vingt derniers jours de sa vie. Il fut enseveli à l'abbaye de West-

[1] Bernard Varen, médecin à Amsterdam, était né aux environs de Lunebourg. Il mourut en 1660, et c'est douze ans plus tard que Newton réédita son ouvrage. — D'autres éditions ont paru à diverses époques en latin ou en français ; M. de Puisieux en donna une en notre langue qui parut en 1755.

[2] Nous n'avons pas cité tous ses ouvrages. Mentionnons du moins son *Arithmetica universalis*, où il traite à la fois de l'arithmétique et de l'algèbre proprement dite. C'est le texte des leçons qu'il professa à une certaine époque à Cambridge.

[3] Il y annonce la fin au pouvoir temporel des papes pour l'an 2060.

minster, au milieu des tombes des rois d'Angleterre, et ses funérailles furent célébrées avec une solennité imposante. Un jeune Français y assistait et en fut vivement impressionné. Voltaire, c'était lui, n'était guère mathématicien, mais plus que personne, il contribua à populariser, en France et dans toute l'Europe, les doctrines newtoniennes [1].

[1] Cf. son *Epitre à Madame du Châtetel*, et ses *Eléments de la Philosophie de Newton*, publiés en Hollande en 1738. — Mme du Châtelet, avec l'aide de Clairaut, a donné une édition française, très recherchée, des *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, Paris, 1759, 2 vol. in-4°.

CHAPITRE XIII

LA PÉRIODICITÉ DES COMÈTES. — LES PASSAGES DE VÉNUS

Halley. — Edmond Halley était né aux environs de Londres en 1656, et vécut jusqu'en 1742. Nous avons déjà vu que c'est à lui qu'on est redevable d'avoir décidé Newton à publier, au risque de polémiques désagréables, celui de ses ouvrages qui lui fait le plus d'honneur. Quand les *Principia* parurent, Halley était, sans doute, de tous les savants, le plus capable de les apprécier.

Après avoir fait ses études avec succès au collège Saint-Paul, il en sortit pourvu d'une remarquable instruction qu'il étendit par ses efforts personnels, dans toutes les branches imaginables. Non seulement il avait appris le latin et le grec, mais de plus l'hébreu et l'arabe. Ces connaissances linguistiques lui furent utiles quand il donna en 1704 et 1710 des éditions des œuvres d'Apollonius, où il dut, non seulement faire œuvre de géomètre, mais rétablir les textes, combler les lacunes, etc. L'édition des *Conicorum libri octo*, qui a coûté un travail immense, est magnifique et très recherchée.

Du collège, il passa à l'Université d'Oxford, et c'est là qu'il se fit astronome. A dix-neuf ans, il donna une méthode directe et géométrique pour trouver les aphélies et les excentricités des planètes. A vingt et un, on le voit chargé, aux frais du roi Charles II, d'une mission à Saint-Hélène (1676-1678), où il observe, avec un sex-

tant de grandes dimensions. Malheureusement, le climat de l'île est fort mauvais au point de vue astronomique, et il ne put observer que 360 étoiles, dont il publia le catalogue après son retour. Il observa aussi le passage de Mercure sur le Soleil, le 3 novembre 1677, et, dans la suite, il s'occupa beaucoup de ces passages des planètes inférieures sur le Soleil, en particulier de ceux de Vénus. En 1716, il publia sa méthode de détermination de la parallaxe du Soleil par l'observation de ces phénomènes, dont le premier devait arriver le 5 juin 1761. Nous reviendrons sur les expéditions organisées pour l'observation de ce phénomène et des autres du même genre qui vinrent plus tard.

En bon Anglais, Halley se préoccupa beaucoup de deux questions qui ont la plus haute importance pour l'art nautique, le magnétisme terrestre et la répartition des vents à la surface du globe (alisés, moussons, etc.). Ayant rassemblé un nombre considérable d'observations de la boussole, recueillies dans les journaux de navigation, il construisit une carte indiquant les points où l'aiguille aimantée a la même déclinaison, et, en particulier, ceux où cette déclinaison est nulle. Il espérait que de l'étude du mouvement des courbes de même déclinaison, qui se déplacent sur la surface de la Terre, il pourrait résulter la solution du problème des longitudes. Il croyait que ce déplacement pouvait s'expliquer par l'existence, à l'intérieur de notre planète, d'un autre globe aimanté et animé d'un mouvement de rotation autour de son axe. D'autre part, il cherchait l'explication des vents réguliers qui soufflent entre les tropiques par la combinaison du mouvement diurne de la Terre avec l'action de la chaleur solaire.

En 1698, on lui confia le commandement d'un vaisseau et il partit pour faire un voyage où il vérifierait ses théories. Il avait déjà atteint la ligne quand il fut obligé de revenir en Angleterre par suite de l'insubordination de son lieutenant qui refusait d'obéir à un homme qui était un intrus dans la marine royale. Le lieutenant fut cassé et Halley repartit, ayant deux navires sous ses ordres. Il toucha aux Canaries, aux Iles du Cap-Vert, à Sainte-Hélène, au Brésil, etc. Vers le sud, il s'était avancé jusqu'au 52e degré de latitude. Il ne semble pas qu'il ait publié la relation de son voyage, qui fut remarquable en ce qu'il ne coûta la vie à aucun homme. Par contre, il donna une carte représentant les variations de la boussole sur les 7/8 de la surface du globe terrestre.

A diverses reprises, le gouvernement le chargea de l'étude des marées, on le consulta sur des travaux maritimes à construire, en Angleterre ou à l'étranger. Mais il nous en faut venir à son œuvre purement astronomique.

En 1679, il se rendit à Dantzick, où il fit la connaissance d'Hévélius, et ils comparèrent leurs procédés d'observation. Halley reconnut qu'Hévélius, ne faisant usage que de pinnules au lieu de lunettes, ses erreurs étaient loin d'être aussi considérables qu'on le prétendait et ne surpassaient pas une minute.

Il vint aussi en France, et, de là, en Italie. Il se trouvait à mi-route entre Calais et Paris, quand il remarqua la fameuse comète de 1680 qui a tant occupé et les astronomes et la multitude. A Paris, il travailla à l'Observatoire et se lia avec Cassini, comme il l'avait fait avec Hévélius. Désormais, ils entretinrent une correspondance suivie. A Avignon, le 19 août 1681, il observa une éclipse de

Lune, conjointement avec le chanoine Gallet. A son retour d'Italie, il se maria.

Doerfel, disciple d'Hévélius, avait prouvé que l'orbite de la comète de 1680 était une parabole dont le Soleil occupait le foyer, mais il n'avait pas été plus loin. Ce fut Newton qui prouva que l'orbite des comètes, décrite sous l'influence de l'attraction solaire, est en réalité une ellipse très allongée, qui, au voisinage du périhélie peut être confondue avec une parabole pour la facilité du calcul. En résumé, les comètes sont des planètes ; et on devait pouvoir prédire leur retour.

C'est à quoi s'occupa Halley. Il appliqua la méthode newtonienne à vingt-quatre comètes, et ses espérances furent réalisées, car il trouva que les comètes de 1531, 1607 et 1682 avaient suivi la même route, à très peu de chose près. On pouvait présumer qu'il en était de même de la comète de 1456, sur laquelle on avait moins de détails. Bref, Halley se persuada qu'il ne s'agissait que des apparitions successives d'un seul et même astre, qui revenait tous les soixante-quinze ou soixante-seize ans.

Il ne pouvait espérer d'être témoin de la prochaine réapparition de cet astre, non plus que du passage de Vénus ; mais, par une bonne fortune méritée, grâce à ces deux grands phénomènes, le nom de Halley jouit, nous le savons, d'une célébrité qui parfois s'obscurcit un peu, mais qui ne s'éteindra jamais, d'autant plus que les poètes, et les plus grands [1], ont chanté sa gloire.

Astronome, physicien, ingénieur, Halley était aussi un pur géomètre. Aussi n'y a-t-il pas à s'étonner qu'en 1703

[1] Voltaire, dans l'*Epître à Madame du Châtelet*, Victor Hugo dans la *Légende des siècles*, Sully-Prudhomme dans les *Épreuves*,

l'Université d'Oxford lui ait confié sa chaire de Mathématiques, que la mort de Wallis venait de rendre vacante. Cette nomination, parfaitement justifiée d'ailleurs, souleva cependant certaines protestations, motivées par les opinions antireligieuses du nouveau professeur. Le scepticisme de Halley en ces matières, c'est Arago qui nous l'apprend, allait jusqu'aux dernières limites, chose rare chez un Anglais, et il ne faisait nullement mystère de ses opinions. Aussi, entre Newton et lui il y avait là un motif de dissentiments qui auraient pu les brouiller sérieusement. C'est ce qui n'arriva pas, et cela fait honneur à l'un comme à l'autre.

Ajoutons que Halley fut, lui aussi, directeur d'un hôtel des monnaies, celui de Chester, pendant deux ans, qu'en 1713 il succéda à Hooke en qualité de secrétaire de la Société Royale, qu'en 1729 il devint associé étranger de l'Académie des Sciences en remplacement de Bianchini, et considérons-le comme directeur de l'Observatoire de Greenwich.

Il prenait la place de Flamsteed, qui avait dirigé cet établissement depuis sa fondation jusqu'à sa mort, arrivée le 31 décembre 1719.

Halley trouva l'observatoire absolument dénué d'instruments, car les héritiers de Flamsteed les avaient enlevés comme étant la propriété personnelle du défunt, et ils étaient absolument dans leur droit. Le nouveau directeur, pendant un temps assez long, ne put s'en procurer d'autres, au moins en bon état. Ce n'est que le 1er octobre 1721 qu'il commença à faire usage d'une lunette méridienne construite par Hooke il y avait vingt ans. Elle était longue de cinq pieds et demi. L'ouverture de son objectif était 5,75 pouces, et elle était munie de trois fils verti-

caux. L'ouverture des trappes n'était que de six pouces, ce qui, de nos jours, serait considéré comme tout à fait insuffisant.

Quelques années plus tard, il demanda deux quarts de cercle muraux [1] qu'il employa de préférence à la lunette méridienne, à tort sans doute ; car, si malgré son âge déjà avancé, il fit un grand nombre d'observations, surtout de la Lune et des étoiles voisines, il ne semble pas qu'il ait obtenu un haut degré de précision. Tel était du moins l'avis de son successeur Maskelyne, qui, adressant à Delambre copie des oppositions de Jupiter et de Saturne observées par Halley, les qualifiait de « *vic ac ne vix quidem Flamstædianis anteponendæ* », et l'astronome français, partageant la même opinion, jugea que le mieux était de n'en point faire usage.

Nous verrons que Halley avait été au premier rang de ceux que l'on peut appeler les persécuteurs de Flamsteed et qu'il avait insisté plus que tout autre afin que celui-ci fournît, dans les six premiers mois de chaque année, au Bureau des visiteurs, la copie des observations faites l'année précédente. Son devoir était donc tout indiqué, et cependant, il fit comme son prédécesseur, donnant pour excuse « qu'un grand parti pouvait être tiré de ses nombreuses observations pour créer une méthode de détermination des longitudes géographiques, découverte que le Parlement s'était engagé à récompenser richement, il

[1] Ces instruments étaient fixés aux deux faces d'un même massif de pierre. L'un était destiné à l'observation des étoiles australes, l'autre à celles du nord. Le premier seul fut à la disposition de Halley ; quant au second, Bradley l'obtint en 1748.

préférait garder ses observations afin d'avoir le temps d'achever la théorie qu'il se proposait de baser sur elles, avant que d'autres pussent prendre l'avantage de lui ravir le bénéfice de ses travaux. » L'excuse était mauvaise, et Halley manquait visiblement aux obligations du directeur d'un grand observatoire, et ses observations, dont les manuscrits sont conservés soigneusement à Greenwich, n'ont jamais été publiées.

Vers l'âge de quatre-vingt-deux ans, Halley, atteint de paralysie, cessa peu à peu d'observer. Il conserva d'ailleurs à peu près ses facultés intellectuelles jusqu'à sa mort, qui arriva le 25 janvier 1743. Sur sa tombe, on grava cette épitaphe : *Astronomorum sui sæculi facile princeps.* Cette glorieuse qualification aurait peut-être dû être réservée à son successeur.

Flamsteed. — John Flamsteed était né le 12 août 1646, dans le comté de Derby. Son enfance fut maladive, et, ne pouvant guère prendre part aux jeux des autres enfants, il s'intéressa aux Mathématiques et à leurs applications, notamment à la construction des instruments astronomiques et à l'observation des phénomènes célestes.

L'attention des savants se fixa sur lui, et notamment celle d'un officier supérieur du génie, sir Jonas Moore, qui fut son constant protecteur, qui voulait même lui bâtir un observatoire dans le collège de Chelsea. Sir Jonas fit plus, il attira l'attention du roi Charles II sur son protégé, si bien que celui-ci reçut le titre d'astronome royal, avec cent livres sterling de traitement.

Un Français, nommé M. de Saint-Pierre, ayant prétendu connaître une solution du problème des longitudes,

l'examen de ses idées amena l'attention publique sur les questions astronomiques, et le roi, bien qu'il fût surtout un homme de plaisir, s'intéressait trop à la sûreté des navigateurs pour ne pas être désagréablement surpris en apprenant que les catalogues d'étoiles étaient fort inexacts ainsi que les Tables lunaires. Il ordonna donc la fondation d'un observatoire qui fut bâti dans le parc de Greenwich, sur l'emplacement d'une vieille tour féodale dont on utilisa les matériaux. Le crédit alloué n'était que de 500 livres sterling. Il fut dépassé de 20 livres seulement, et ce petit excédant de dépense fit que Flamsteed n'osa pas demander les instruments nécessaires à ses travaux.

Mais son Mécène habituel intervint : Grâce à la générosité de sir Jonas Moore, Flamsteed fut bientôt en possession de deux horloges à pendule, d'un micromètre et d'un objectif, ainsi que de quelques livres ; enfin Moore fit construire pour Flamsteed, d'après ses plans, un grand sextant de fer qui fut longtemps le principal instrument de l'Observatoire et qui mérite une mention spéciale.

Ce n'était pas, comme on pourrait être tenté de le croire, un appareil à réflexion, analogue à celui dont les marins font journellement usage, et n'en différant que par les dimensions. Cet instrument nautique, dont le principe était dû à Newton, ne fut construit que longtemps après la mort de celui-ci, et on ne sait pas au juste si le mérite de cette construction doit être attribuée à John Hadley[1] (1682-1744) ou à un Américain nommé Godfrey (1700?-1749).

[1] Qu'il ne faut pas confondre avec Halley, comme on le fait communément. Georges Hadley (1685-1768), frère de John, a donné une théorie des vents alisés, ce qui fait que, lui aussi, on l'a confondu avec l'astronome.

Le sextant de Flamsteed avait 6 pieds 4 pouces de rayon, et il était divisé de 5 en 5 minutes. On pouvait faire passer son plan par deux astres dont on voulait mesurer la distance, et l'on amenait un de ces astres sous la croisée de fils d'une lunette dont l'axe optique était parallèle au rayon passant par l'origine de la graduation, et, avec une autre lunette, qui était mobile, on visait le second astre. Il fallait donc deux observateurs, et, de plus, un manœuvre.

Flamsted sentait bien l'imperfection de cet appareil, mais il dut s'en contenter jusqu'en 1689. A cette époque, il eut le moyen de faire construire sous ses yeux, par Abraham Sharp[1], un quart de cercle mural de sept pieds de rayon qui fut désormais son principal instrument.

Il s'en servit avec un zèle, d'autant plus méritoire, que sa santé était des plus mauvaises. Il avait la poitrine délicate, et la pierre lui faisait souffrir des douleurs intolérables. Néanmoins, en 1699, il avait fait 25 000 observations avec son quart de cercle, et, antérieurement, il en avait fait 20 000 avec le sextant.

« Dès lors, nous dit son biographe[2], l'observatoire put être regardé comme complet. Après que Flamsteed eut

[1] Sharp (1651-1742) était non moins habile comme mécanicien que comme observateur. Il fut le principal aide de Flamsteed dont il publia les œuvres posthumes.

[2] Francis Baily, « *An account of the Rev. John Flamsteed.* M. Baily (1774-1844), était un agent de change de Londres qui consacrait à l'Astronomie tous les loisirs que lui laissait sa profession. — C'est sous son influence que la Société Royale astronomique, dont il fut un des fondateurs, rendit les services les plus signalés à la science en publiant toute une série de catalogues d'étoiles observées par les anciens astronomes.

vérifié la position de son arç mural, il s'occupa de déterminer l'équinoxe, la latitude de l'observatoire, l'obliquité de l'écliptique et d'autres points fondamentaux nécessaires pour obtenir les positions correctes des étoiles fixes et les mouvements vrais du Soleil, de la Terre et des planètes. »

Si laborieux que fût Flamsteed, le public n'était pas satisfait et désirait vivement qu'il publiât ses observations. Ce désir était d'ailleurs d'autant plus naturel qu'il n'avait à sa disposition que le catalogue d'étoiles, remontant à près d'un siècle, de Tycho-Brahé. Newton était parmi ceux qui insistaient le plus vivement auprès de l'astronome, mais c'était en vain.

Flamsteed haïssait profondément Halley, qu'il accusait de s'approprier les travaux d'autrui, et il soupçonnait que, dans l'intention de lui faire tort, c'était son ennemi qui suggérait à l'illustre auteur des *Principia* de lui demander communication des résultats de ses travaux. La passion fait tort au bon sens. Newton et Flamsteed ne tardèrent pas à être en mauvais termes, du moins en général, car il y eut des moments où ils s'entendaient mieux. C'est ainsi qu'en 1704, Newton se chargea de demander au mari de la reine Anne les fonds nécessaires pour l'impression des observations faites à Greenwich, et obtint une somme de 1 200 livres.

Nous ne pouvons raconter en détail ce qui suivit. Bornons-nous à dire que Flamsteed ayant remis ses papiers à un comité nommé par la Société Royale, on imprima son catalogue sans le consulter, sans lui soumettre les épreuves, et, de plus, Halley, qui avait été chargé de surveiller cette impression, y ajouta une préface où il demanda grâce pour les fautes d'impression et quelques

autres négligences assez peu importantes, *dont Flamsteed plus que tout autre pourrait être responsable.*

On devine l'indignation de l'astronome se voyant ainsi traité par ses ennemis[1]. Il adressa une requête au gouvernement pour obtenir la suppression de cette édition publiée malgré lui, et où on le tournait en dérision, mais il n'obtint rien avant la mort de la reine Anne. Quand celle-ci ne fut plus, on lui remit les trois cents exemplaires qui n'avaient pas été distribués, et il n'en conserva que les feuilles concernant les observations faites au sextant, pour les introduire dans une nouvelle édition qu'il voulut publier à ses frais, afin que le travail de quarante années d'observations ne fût pas perdu. Il publia seulement le premier volume de cette édition. Les deux autres le furent par les soins de son fidèle disciple Abraham Sharp, et d'une veuve Flamsteed, sa belle-sœur sans doute, car l'astronome vécut toujours dans le célibat.

Flamsteed mourut le 31 décembre 1719.

James Bradley. — Nous avons cru devoir rapprocher Halley de Newton ; c'est pourquoi après Flamsteed nous

[1] Le mot ennemis n'est pas trop fort. — Qu'on en juge : le 26 octobre 1711, le « Bureau des visiteurs » dont faisaient partie Newton et Halley, vint inspecter l'observatoire de Greenwich, et une scène terrible se passa entre eux et Flamsteed. — Celui-ci, qui était prêtre, se vit gratifier d'épithètes dont la moins injurieuse était faquin (puppy), par Newton qui professait des sentiments hautement religieux, et on peut bien croire que Halley prit sa bonne part de la querelle. — Newton et Flamsteed étaient de plus l'un et l'autre âgés et infirmes,et M. Baily a bien raison de dire que c'est là un triste exemple des faiblesses de la nature humaine.

en venons à Bradley, qui ne fut pas son successeur immédiat. Comme le fondateur de l'observatoire, James Bradley était homme d'Eglise, si bien qu'il était réservé à l'irréligieux Halley de se voir intercalé entre deux prêtres[1].

Bradley était né en mars 1693. Il eut cette bonne fortune d'être le neveu d'un astronome distingué, qu'appréciaient Halley et Newton ; le révérend James Pound (1669-1724), pasteur du village de Wansted dans le comté d'Essex. C'est là que le jeune Bradley allait passer ses vacances, si bien qu'il s'initia de très bonne heure à la science où il devait conquérir une si grande renommée.

Dès l'âge de 28 ans, James Bradley fut nommé « Savilian professor » à l'Université d'Oxford. C'est là qu'il avait fait ses études. Il succédait à Keill, (1671-1724) qui avait été un des plus enthousiastes partisans de Newton dans ses querelles avec Leibnitz et auquel on doit une *Introductio ad veram astronomiam*, que Lemonnier (1746) a traduite en français. Newton fut de ceux qui recommandèrent le plus la candidature de Bradley.

Il était réservé à celui-ci d'expliquer les singulières anomalies que Hooke, après Picard, avait remarquées dans le mouvement des étoiles voisines du pôle et dont il n'avait pu indiquer la cause. Il n'y avait pas d'observatoire à Oxford, mais, dès que cela lui était possible, Bradley retournait à Wansted, où il prenait part aux

[1] Le successeur immédiat de Bradley, Nathaniel Bliss, dont la direction fut très courte et qui semble ne pas avoir été tout à fait à la hauteur de sa tâche, et Maskelyne, qui vint après, étaient aussi engagés dans les ordres.

observations de son oncle, ou bien, il se rendait à Kew, près de Londres. Là, un de ses amis, nommé Samuel Molyneux [1], astronome très distingué, possédait un observatoire, et Bradley venait y travailler. Dans cet observatoire, il y avait un secteur zénithal de 24 pieds de rayon, qui avait été construit par le célèbre artiste Graham. Avec cet instrument, ils observèrent l'étoile γ du Dragon, qui passait au voisinage de leur zénith, en sorte qu'ils n'avaient pas à s'inquiéter de l'influence de la réfraction sur sa position, et ils trouvèrent qu'en un mois, cette étoile s'était sensiblement rapprochée du sud. Ils poursuivirent leurs observations et constatèrent la régularité de son mouvement, tantôt dans un sens, tantôt dans uu autre.

Molyneux ne tarda pas à mourir et Bradley continua seul. Il découvrit bientôt la véritable explication de ces déplacements, qui est qu'une lunette ne donne la véritable direction d'une étoile que si le mouvement de la Terre coïncide avec la direction de la lumière qui vient de l'étoile. C'est le phénomène auquel on a donné le nom d'*aberration* de la lumière. La vitesse de translation de la Terre n'étant pas négligeable par rapport à celle de la lumière, ces deux vitesses se combinent. La grande découverte de Roemer était donc confirmée par celle de Bradley.

Il est à remarquer que c'est l'observation d'un fait banal qui aida Bradley à trouver cette explication. Se promenant un jour en bateau sur la Tamise, il s'aperçut que toutes les fois que l'on virait de bord, la girouette portée

[1] Samuel Molyneux (1689-1728) était fils de William Molyneux (1656-1698), auteur d'une *Dioptrica nova* publiée en 1692.

par le mât changeait de direction. Il vit tout de suite que cette direction dépendait de celle du vent et de celle suivant laquelle se déplaçait le bateau, et s'aperçut que la même explication convenait pour le phénomène céleste dont il se préoccupait.

Pour étendre ses observations, il fit construire un autre secteur[1] n'ayant que douze pieds de rayon, mais dont l'arc avait une étendue de 12° 30′, alors que celui de Molyneux n'atteignait qu'un quart de degré. Il établit ce nouvel instrument à Wansted, et put étudier des étoiles s'écartant davantage du zénith. Il reconnut que d'une manière générale le phénomène consiste en ce qu'une étoile fixe décrit autour de sa position moyenne une petite ellipse dont le demi grand axe, parallèle à l'écliptique est ce qu'on appelle aujourd'hui la constante de l'aberration, dont la valeur est 20″, 47.

En même temps qu'il faisait cette grande découverte, Bradley en pressentait une autre non moins importante, celle de la nutation de l'axe terrestre ; mais, comme ce phénomène dépend du mouvement des nœuds de la Lune, qui font leur révolution en 18 ans et $\frac{2}{3}$, il lui fallut attendre que ce laps de temps fût écoulé pour qu'il eût la certitude de la réalité de ce phénomène, et c'est en 1747 seulement qu'il obtint cette certitude. Il y avait alors cinq ans qu'il était directeur de l'observatoire de Greenwich.

Voyons ce qu'il fit en cette qualité :

Son premier soin fut de faire remettre en bon état les

[1] Ce secteur est encore conservé à l'observatoire de Greenwich.

instruments. Il est à présumer que Halley, dans les dernières années de sa vie, n'avait pu veiller à leur bon entretien. Bradley remit en usage la lunette méridienne, à laquelle son prédécesseur avait préféré les quarts de cercle. D'autre part, sentant le besoin d'avoir un aide capable et dévoué, il fit de son neveu John Bradley (1728-1794) un observateur habile [1].

Il se donna comme tâche de réobserver les étoiles de Flamsteed, et les réobserva effectivement deux fois, avec les anciens instruments, d'abord; puis, à partir de 1750, avec les nouveaux qu'il était parvenu à se procurer.

La découverte de la nutation ayant favorablement disposé le gouvernement pour lui, Bradley profita en effet de ces heureuses circonstances pour renouveler son matériel. On lui accorda le second quart de cercle que Halley aurait voulu fixer sur le même massif de pierre que le premier, et ce premier quart de cercle fut réparé et divisé de nouveau par le célèbre constructeur Bird. En même temps, il obtint une lunette méridienne qui avait huit pieds de distance focale avec un objectif de 2,7 pouces de diamètre, cet objectif était simple, les verres achromatiques n'étant pas encore connus. Il y avait au foyer cinq fils parallèles. — Bradley ne partageait pas la seconde en dix parties égales. C'est à son successeur Maskelyne que les astronomes doivent d'avoir introduit ce mode de division, pour leur plus grande commodité. — Enfin, Bradley disposait d'un quart de cercle mobile, de 40 pouces de rayon, et d'une excellente horloge.

[1] John Bradley resta à l'observatoire jusqu'en 1767. Il devint alors ce qu'en France nous appelons, un peu à tort, professeur d'hydrographie à Portsmouth.

Pour installer sa belle lunette méridienne, une nouvelle salle fut construite auprès de celle où se trouvaient les quarts de cercle.

En possession de ces instruments dont on n'aurait sans doute trouvé l'équivalent nulle part en Europe, Bradley s'en servit avec le plus grand zèle. De 1750 à 1762, année de sa mort, il fit soixante mille observations méridiennes. Du reste, dans la dernière année de sa vie, la maladie le condamna à l'inactivité. C'est ainsi qu'il ne put observer le passage de Vénus du 6 juin 1761, et, à partir du 1er septembre de cette même année, on ne trouve plus, dans les registres de l'observatoire, d'observation faite par lui.

Quand il mourut, le 13 juillet 1762, la foule l'avait en horreur et prétendit que sa mort était un châtiment du ciel. Si l'on veut savoir la cause de cette aversion, on sera peut-être surpris d'apprendre qu'elle tenait à ce que Bradley avait été un des promoteurs de la loi qui fit adopter en Angleterre le calendrier grégorien, et commencer l'année au 1er janvier au lieu du 25 mars. Cette réforme était très impopulaire et valut des insultes publiques aux ministres qui voulaient la faire voter. « La populace anglaise, disait Voltaire aimait mieux voir le calendrier en désaccord avec le Soleil, que d'être d'accord avec le pape, et refusait d'accepter une réforme dont il aurait fallu savoir gré au grand Turc, s'il l'avait proposée. »

Les manuscrits de Bradley, enlevés par ses héritiers, finirent par devenir la propriété de l'Université d'Oxford[1],

[1] Depuis, l'observatoire de Greenwich est rentré en possession de ces manuscrits.

qui résolut de les faire imprimer. Le premier volume parut en 1798, et le second en 1805. Le premier travail important de Bessel a consisté à tirer des observations de Bradley le catalogue d'étoiles qu'il a publié en 1818 sous le titre de *Fundamenta Astronomiæ*. Ce catalogue contient 3222 étoiles observées chacune plusieurs fois, tant en ascension droite qu'en déclinaison, et il semble que, pour la précision, ces observations soient supérieures à celles de Piazzi.

A une époque toute voisine de nous, M. Auwers a donné une nouvelle réduction des étoiles de Bradley. Le troisième volume de cette publication, donné à Pétersbourg en 1903, résume, sous forme de catalogue, tout le travail de l'éditeur.

En somme, Bradley est, de tous les astronomes modernes, le plus ancien de ceux dont les observations sont utilisées couramment à l'époque actuelle, et c'est un beau titre de gloire.

Maskelyne. — Après un intervalle de deux ans, pendant lesquels l'observatoire de Greenwich fut confié à un homme qui n'eut pas le temps de faire ses preuves, et n'était peut-être pas capable de remplir dignement ses fonctions, Bradley eut son véritable successeur, le révérend Nevil Maskelyne.

Celui-ci était né à Londres, le 6 octobre 1732. — Ce qui décida sa vocation astronomique, ce fut l'impression qu'il ressentit en étant témoin, à l'âge de seize ans, de l'éclipse de Soleil du 25 juillet 1748, qui fut presque totale. — C'est la même éclipse qui détermina Lalande et Messier à consacrer leur vie à l'étude du ciel. — Quand il eut sa position assurée dans l'Eglise, (il fut pasteur

aux environs de Londres), il trouva moyen de se lier avec Bradley et se forma sous la direction de ce grand astronome et, d'après les observations de celui-ci, calcula une table de réfractions qui pendant longtemps fut seule utilisée dans les observatoires.

A l'occasion du premier passage de Vénus, Maskelyne fut chargé par la Société Royale de Londres d'aller observer ce grand phénomène à l'île de Sainte-Hélène. Malheureusement, l'état du ciel ne fut pas favorable, et c'est à peine s'il put entrevoir la planète se projeter sur le disque du Soleil. Mais son voyage ne fut pas inutile pour cela, car, pendant sa traversée de retour comme dans celle d'aller, il essaya toutes les méthodes proposées jusqu'alors pour la détermination des longitudes en mer.

De toutes ces études, il résulta un *Bristish Mariner's Guide* où il recommanda l'observation des distances de la Lune au Soleil ou aux étoiles pour la détermination des longitudes. C'est aussi sur sa demande que le gouvernement fit publier les Tables lunaires composées par Mayer et ordonna la publication annuelle du *Nautical Almanac*. De 1765 à sa mort, c'est Maskelyne qui élabora cette éphéméride.

A partir du mois de mars de cette même année 1765, Maskelyne remplit les fonctions d'astronome royal jusqu'à son décès, arrivé le 9 février 1811. Pendant cette longue direction, qui dura près d'un demi-siècle, Maskelyne se montra très actif. Ce n'est pas qu'il ait fait porter ses observations sur un très grand nombre d'étoiles, comme on pourrait être tenté de le croire. Il se bornait à observer les passages au méridien du Soleil, de la Lune et de 36 étoiles fondamentales qui servaient à régler la pendule. Quant aux planètes, on ne les observait qu'au

moment de leurs syzygies ou de leurs quadratures. Enfin, on s'occupait des comètes qui apparaissaient, ainsi que des éclipses de Soleil et de Lune.

Par contre, Maskelyne s'occupa beaucoup de perfectionner les procédés d'observation, afin que ses résultats compensassent leur petit nombre par leur précision supérieure. C'est ainsi qu'il rendit mobile l'oculaire de la lunette méridienne, pour éviter les effets de parallaxe, et qu'il nota les passages aux cinq fils avec toute la précision désirable, grâce à l'habitude qu'il prit, et qui est universellement adoptée aujourd'hui, de partager la seconde en dixièmes. Il remarqua le premier le phénomène de l'équation personnelle, sans d'ailleurs se douter qu'il y a là un fait inévitable et il se sépara d'un de ses aides, parce que les corrections de pendule données par celui-ci ne concordaient pas avec les siennes propres.

Un grand service que Maskelyne rendit à l'Astronomie, c'est d'avoir obtenu que ses observations seraient publiées annuellement. Le recueil de ces observations forme quatre volumes in-folio, et tous les astronomes qui ont voulu perfectionner les Tables du Soleil, de la Lune ou des planètes, y ont trouvé les documents qui leur étaient indispensables.

D'autre part, il améliora les instruments et les bâtiments de l'observatoire, qu'il ne quittait jamais. Il ne s'absenta même pas, en 1769, pour aller observer le passage de Vénus dans quelque contrée lointaine, comme le firent Chappe, Pingré, le P. Hell, et bien d'autres. Il jugea, et sans doute avec raison, qu'il serait plus utile à l'Astronomie en restant à son observatoire, plutôt qu'en interrompant ses travaux pendant un an au moins, pour faire une observation que beaucoup d'autres pouvaient

faire aussi bien que lui. — La seule fois qu'il se soit absenté arriva en 1774. Il alla alors en Ecosse et répéta sur le mont Schehallien les expériences que Bouguer avait faites sur le Chimborazo et qui avaient prouvé que la montagne attire le fil à plomb, bien que cette attraction fût moitié moins forte que l'observateur ne s'y était attendu, ce qu'il expliquait par des vides immenses dans cette montagne volcanique. Maskelyne réussit mieux, il détermina la double déviation du fil à plomb, qui se trouva de 11″,6. Combinant ce résultat avec l'étude géologique de la montagne, on en arriva à cette conclusion que la densité moyenne de la Terre est environ cinq fois celle de l'eau. Les expériences de Cavendish donnèrent un résultat comparable. — L'*Annuaire* du Bureau des Longitudes donne 5,5 pour la valeur de cette densité. — On sait l'importance qu'ont, pour les géodésiens, les attractions locales, et c'est un grand titre que d'avoir mis hors de doute l'existence de ces attractions.

Maskelyne était le doyen des astronomes de l'Europe, qui tous, le respectaient comme un maître. Il était d'ailleurs d'une très grande complaisance et faisait tout ce qui dépendait de lui pour les aider dans leurs travaux. C'est ainsi qu'il communiquait à Lalande, qui n'avait ni le loisir de les calculer lui-même, ni le moyen de les faire calculer par d'autres, les distances de la Lune aux principales étoiles, de trois en trois heures. L'astronome français les insérait dans la *Connaissance des Temps*. Aussi, malgré l'état continu d'hostilité entre la France et l'Angleterre, avait-il, en 1802, été élu associé étranger de l'Académie des Sciences, devant laquelle Delambre prononça son éloge peu après sa mort.

Picard. La Hire. Cassini. — Le P. Pézenas, dans son *Histoire critique de la découverte des longitudes* (Avignon 1775), nous dit que « Le Valois, un des astronomes à qui Morin avait envoyé sa *Théorie des longitudes* pour en obtenir un jugement, était tellement exercé, aux observations astronomiques, qu'il vint à bout de former le jardinier du duc de Créqui, *Picard qui devint l'un des plus fameux astronomes de toute l'Europe.* »

« Serait-ce le célèbre Picard ? ajoute Delambre, à qui nous empruntons les lignes qui précèdent. Il y a peu d'apparence ; Picard, né en 1620, était prêtre ; il savait la Géométrie, l'Optique, la Gnomonique, il écrivait en latin. Comment un jardinier aurait-il appris tout cela ? Personne, en parlant de l'astronome Picard, n'a rapporté cette anecdote, qui paraît apocryphe. »

Il n'y a cependant là, croyons-nous, rien d'impossible. Assurément, l'illustre abbé Picard ne s'est pas occupé de travaux horticoles jusque dans son âge mûr, mais pourquoi aurait-on de la répugnance à le voir fils d'un jardinier et prenant part, pendant ses premières années, aux occupations de son père ? Un hasard heureux, la protection de M. Le Valois, par exemple, lui aura fait obtenir une bourse dans quelque collège, et les bonnes dispositions du jeune homme, son assiduité au travail auront fait le reste.

Quoi qu'il en soit, il fut en relations avec Gassendi, et sans doute avant que celui-ci eût commencé son enseignement au Collège de France (23 novembre 1645), car nous le voyons, le 21 août de cette même année, observer, en compagnie du philosophe provençal, une éclipse de Soleil. Le maître avait su apprécier les belles qualités de son disciple, et l'estimait hautement.

Picard suppléa peut-être Gassendi dans sa chaire du Collège de France, car la santé du titulaire de cette chaire l'obligea maintes fois à interrompre son enseignement. Ce qui est certain, c'est que lorsque Gassendi eut quitté ce monde, le 24 octobre 1655, Picard ne tarda pas à le remplacer, et ce que l'on sait du caractère de l'ami de Peiresc et de Galilée permet de croire que, sentant sa fin prochaine, il a mis toute l'influence dont il pouvait disposer au service de son jeune ami et s'est efforcé d'en faire son héritier intellectuel. S'il en est ainsi, c'est un grand service que Gassendi a rendu à la science française.

Picard fut assurément un professeur consciencieux et zélé, mais, dans ses ouvrages, il n'est resté aucune trace de ce que fut son enseignement. C'est une différence entre lui et Gassendi, qui a publié le recueil de ses leçons sous le litre *d'Institutio astronomica*.

Quand l'Académie des Sciences fut créée en 1666, elle ne se composait que d'une vingtaine de membres, parmi lesquels l'abbé Picard, qui, en octobre 1669, lui proposa un plan de travaux astronomiques qu'il est intéressant de reproduire ici :

« 1° L'éclipse de Soleil du mois d'avril 1670 devant être totale en Irlande et en Ecosse, il importe de se ménager des correspondances dans ces deux pays.

2° D'autant qu'il paraît, par le journal des observations qu'il a faites jusqu'ici, que toutes les Tables du Soleil sont défectueuses, il est à propos de continuer avec un soin particulier de prendre des hauteurs méridiennes du Soleil, et pour cet effet, de mettre le grand quart de cercle en état d'y servir.

3° Il serait encore nécessaire de commencer actuel-

lement par faire, autant qu'il sera possible, une Table de réfractions exprès pour Paris, suivant les différentes saisons, et même suivant les différens changemens de tems, marquant à chaque fois les vents de la constitution du thermomètre, pour voir si les changemens qui arriveront aux réfractions, ne seront point accompagnés de quelques marques certaines.

4° Comme il a découvert l'été dernier (en 1668) qu'on pouvait voir les étoiles fixes en plein Soleil [1], il serait d'avis de suivre journellement celles qui seront propres à cela, tant pour trouver leurs ascensions droites immédiatement, ce qui n'avait point été fait, que pour déterminer les solstices aussi facilement qu'on peut avoir les équinoxes, et en même tems trouver journellement l'équation du tems.

5° Enfin, il serait utile de faire une attention particulière aux diamètres du Soleil, lequel au solstice lui avait paru de 4 à 5″ plus petit qu'il n'était un an auparavant; et pour lier l'Observatoire que l'on construisait alors à celui de Tycho, il propose le voyage d'Uranibourg. »

Delambre, à qui nous nous empruntons ce programme, le déclare excellent : « Voilà d'excellentes vues, écrit-il, un bon plan d'observations ; en effet, de bonnes Tables du Soleil, un bon catalogue d'étoiles, et une bonne Table de réfractions, voilà les fondemens de toute Astronomie... Ce plan si raisonnable, ou ne fut pas assez justement

[1] En cela, Picard se trompait. Il y avait longtemps que le savant provençal Joseph Gaultier avait fait cette découverte ; mais on conçoit aisément que l'abbé Picard n'ait pas été renseigné sur ce point, tant que les communications scientifiques étaient alors difficiles et rares. — Morin croyait aussi être le premier qui eût vu des étoiles en plein jour.

apprécié, ou fut suivi trop négligemment. Picard ne cessa de le recommander, et nous appellerons école de Picard les astronomes qui suivirent ses idées, soit en France, soit dans tout autre pays... »

Picard n'avait pas attendu d'avoir formulé ce remarquable programme pour se mettre au travail ; en 1669 et 1670, il exécuta sa fameuse mesure de la Terre, qui fut un véritable événement scientifique et qui eut la conséquence la plus importante que l'on puisse imaginer, puisque ce sont les résultats de cette mesure qui ont permis à Newton de formuler sa grande loi de l'attraction universelle.

Picard refaisait un travail dont les Anciens s'étaient occupés à diverses reprises. Successivement, Eratosthène, Posidonius, les Arabes avaient mesuré des degrés de méridien, mais les résultats de ces mesures n'ont pas grande signification pour nous, puisque nous ignorons la valeur précise du stade ou du mille qui leur ont servi d'unités de longueur.

A une époque plus récente, en 1527, Fernel[1] avait mesuré, par un procédé ingénieux mais peu précis, la longueur du degré compris entre Paris et Amiens, et il avait trouvé que cette longueur était de 56746 toises de Paris et 4 pieds, ce qui était d'une exactitude surprenante, étant donné les moyens grossiers qu'il avait employés.

Au XVII[e] siècle, les Hollandais Snellius et l'Italien Riccioli entreprirent de nouvelles mesures. Les procédés dont ils se servirent sont les mêmes qu'emploient aujourd'hui les géodésiens, et, malgré le progrès consi-

[1] Jean Fernel, né à Clermont en Beauvaisis en 1494, mort à Paris en 1558, fut premier médecin du roi. C'est dans sa *Cosmotheoria* que se trouve l'exposé du travail en question.

dérable qu'était une triangulation s'appuyant sur des bases mesurées sur le terrain, la différence entre les résultats qu'ils publièrent était considérable. Snellius, donnait au degré une longueur de 55021 toises de Paris, et Riccioli 62900 ! Autant dire que le nombre cherché était à peu près inconnu.

Et cependant, il était de la plus haute importance, même au point de vue pratique, que l'on fût renseigné avec précision. sur ce point et que l'on pût réduire avec quelque certitude les degrés en milles et les milles en degrés. Grâce à Picard, la grandeur de notre globe fut désormais connue.

Il mesura l'arc du méridien compris entre Malvoisine, village du Gâtinais, et Sourdon, autre village qui se trouve en Picardie, à cinq lieues en deçà d'Amiens : « Ces deux lieux sont à peu près sous le même méridien, distants l'un de l'autre d'environ trente-deux lieues, et, ce qui était encore considérable, on les pouvait lier par des triangles avec le grand chemin de Villejuive à Juvisy qui est fort long, assez droit, et tel qu'il le fallait pour servir de base fondamentale à toute la mesure. »

Du moulin de Villejuive au pavillon de Juvisy, on trouva une distance de 5663 toises. Cette ligne fut la base de la triangulation, qui nécessita treize triangles. De grands feux, quand il le fallut, servirent de signaux. Finalement on trouva que 38430 toises 4 pieds séparaient Malvoisine de Sourdon, Plus tard, Picard détermina la distance entre Notre Dame de Paris et la cathédrale d'Amiens, monuments durables Enfin. on mesura la différence des latitudes des deux stations extrêmes. et une autre base, mesurée auprès de Sourdon, servit à vérifier l'ensemble du travail.

La conclusion fut qu'un degré de la circonférence de la Terre, supposée parfaitement sphérique, valait 57060 toises.

Les instruments dont se servaient Snellius ainsi que Riccioli dans leurs travaux géodésiques étaient munis de pinnules qui servaient à faire les pointés sur les signaux. A ces pinnules Picard substitua des lunettes ayant une croisée de fils dans le plan focal de l'objectif. Cela augmentait énormément la précision des pointés, ce qui n'empêcha pas cette innovation d'être combattue par des gens qui ne se faisaient pas une idée exacte de ce qu'est le centre optique d'un objectif.

La toise qui servit à mesurer les bases était une copie de la toise étalon déposée au Chatelet de Paris. Malheureusement, cette toise étalon, par la force des choses, allait constamment en s'allongeant, c'était là l'origine de difficultés sérieuses dont on s'aperçut au XVIIIe siècle quand on voulut faire la vérification de la méridienne, car la toise de Picard, qu'il avait espéré devoir être conservée indéfiniment dans « le magnifique Observatoire que S. M. fait construire en ce moment » ne se retrouva pas en 1746.

Picard avait, nous l'avons dit, proposé la liaison de l'observatoire de Paris avec celui d'Uranibourg. Il fut chargé de cette mission [1], et partit de Paris en juillet 1671, ac-

[1] En 1693, un autre académicien, Mathieu de Chazelles, fut chargé, sur sa demande, d'une mission analogue en Orient ; il parcourut la Grèce, la Turquie, l'Egypte, toujours le quart de cercle et la lunette à la main. Le résultat le plus important de ce voyage fut la détermination, aussi exacte qu'elle pouvait l'être alors, de la position géographique d'Alexandrie, l'ancienne capitale de la science du ciel.

compagné d'Etienne Villiard, jeune homme qu'il avait initié aux observations astronomiques. Il passèrent par Leyde, et là, ils virent Blaeu, le fils d'un astronome hollandais que nous avons déjà rencontré, qui leur montra le manuscrit d'une mesure de degré que son père avait faite. Le degré de Blaeu ne différait de celui de Picard que de 60 pieds du Rhin.

En Danemark, Picard visita les savants du pays, notamment Erasme Bartholin, qui lui remit une copie des observations de Tycho-Brahé. Il la rapporta à Paris, et Colbert voulut faire imprimer ces observations; quand il mourut, il y en avait 68 pages in folio de tirées. — On n'alla pas plus loin. — La copie prêtée par Bartholin fut renvoyée à Copenhague, mais l'Observatoire de Paris en possède une autre, dont il est redevable à J. N. Delisle.

La principale occupation de Picard, pendant son séjour à Huène, où il se rendit le 6 septembre 1671, accompagné de Bartholin et d'un jeune astronome dont il avait remarqué les rares aptitudes et qu'il devait ramener à Paris, — Olaüs Roemer, — fut de déterminer, avec toute la précision possible, la position de l'ancien observatoire de Tycho, dont rien ne subsistait, et dont les pierres avaient été employées pour construire des chaumières et des étables. Quelques restes de fondations firent reconnaître la place de cet observatoire, et c'est là que Picard établit le sien, qui n'était qu'une simple baraque en planches.

En ce qui concerne la latitude, Tycho avait trouvé des valeurs assez différentes les unes des autres, mais Picard n'en est pas surpris, car il y avait environ dix ans qu'il observait, « dans la hauteur de la polaire, des variations sensibles, dont la période est annuelle, et qui ne s'accordent, ni avec la parallaxe, ni avec les changements

de réfraction. » Ces variations expliquent, selon Picard, les différences que Tycho avait trouvées pour sa latitude.

Grâce à son habileté d'observateur, malgré les instruments primitifs dont il faisait usage, Picard avait aperçu le premier effet du grand phénomène de l'aberration, c'est-à-dire de la combinaison de la vitesse de la Terre, dans son mouvement autour du Soleil, avec la vitesse de la lumière. Soixante ans plus tard, Bradley devait s'immortaliser en expliquant cette aberration, et, bien plus tôt, Roemer se couvrit de gloire, lui aussi, en découvrant que la propagation de la lumière n'est pas instantanée, sans se douter que les variations constatées par son maître se rattachaient à sa découverte.

Une chose qui surprit beaucoup Picard, c'est qu'en traçant la méridienne du lieu, par l'observation du principal clocher de Copenhague, il trouva qu'elle différait de 18′ de celle que Tycho avait tracée. C'était une chose grave, et qui pouvait faire croire que les pôles se déplacent rapidement sur la surface du globe. Quelques années plus tard, Mathieu de Chazelles, étudiant les Pyramides d'Egypte, trouva que les quatre côtés de la plus grande regardaient précisément les quatre points cardinaux. Il y avait contradiction, mais elle s'explique très simplement : Tycho-Brahé et Picard n'avaient pas pris le même clocher pour origine de leurs angles.

A Uranibourg comme à Paris et en diverses localités de la France, il mesura la longueur du pendule battant la seconde de temps moyen, et il trouva uniformément pour cette longueur 440, 5 lignes. Toutefois, on eut des doutes sur cette uniformité, et quand Richer, en 1672, fit son fameux voyage de Cayenne, il lui fut recommandé d'y faire la mesure du pendule.

Notre pays semble avoir été prédestiné à doter le monde entier d'un système uniforme de poids et mesures. Picard y songea. Il aurait voulu que le double du pendule battant la seconde fût la toise universelle qui aurait été à celle de Paris comme 881 est à 864.

En 1679, Picard, accompagné de La Hire, se rendit en Bretagne, et l'année suivante en Guyenne pour vérifier certaines positions géographiques. Ils corrigèrent des erreurs énormes qui déparaient la carte de France. Pendant son voyage en Bretagne, Picard, se trouvant aux environs de Quimper-Corentin, eut le malheur de se casser une jambe, et Colbert lui témoigna toute sa sollicitude. Le ministre écrivit à l'intendant pour lui recommander l'astronome qu'il s'inquiétait de *savoir incommodé, et peut-être sans secours*[1].

A partir de ce moment, il semble que la santé de Picard ait été languissante et qu'il n'ait plus été capable de travailler beaucoup. Du moins, selon Condorcet, dès 1680, il n'était plus en état d'exécuter par lui-même les grands projets qu'il avait fait agréer à Colbert. Selon le même historien de l'Académie, Picard serait mort en 1684, mais d'autres le font mourir le 12 octobre 1682, et d'autres encore au commencement de 1683. Il est regrettable que nous soyons si mal renseignés à propos d'un homme qui a été une des plus belles gloire de l'Astronomie française, mais il ne faut pas oublier que c'est seulement en 1699 que le secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences eut la charge de prononcer l'éloge de ses confrères défunts, et ce ne fut qu'en 1773 que Condorcet, voulant se montrer capable de succéder à Grand-

[1] Cf. Pierre Clément, *Histoire de Colbert*, tome II, p. 244.

jean de Fouchy, écrivit l'histoire des plus anciens membres de l'Académie, et l'on conçoit qu'après un siècle écoulé, bien des renseignements intéressants lui firent défaut, et qu'il lui fut tout à fait impossible d'y suppléer.

Avant de quitter l'abbé Picard, nous dirons que, à différentes reprises, il fut, ainsi que La Hire et Rœmer, employé à des travaux de nivellement qu'aujourd'hui on confierait, en toute sécurité, à de simples agents des Ponts et Chaussées. On sait de quelle importance était, pour Louis XIV, tout ce qui concernait les travaux de Versailles, surtout au point de vue de la conduite des eaux. Picard, quand il avait travaillé à la mesure du degré, avait été amené à perfectionner grandement l'art du nivellement. Non content d'employer un niveau où il avait remplacé les pinnules par une lunette, au grand bénéfice de la précision, il consacra un ouvrage spécial à la théorie de ces opérations, ouvrage qu'il ne put terminer lui-même et qui fut publié en 1684 par La Hire : *Le Traité du Nivellement par M. Picard, de l'Académie Royale des Sciences, avec une relation de quelques nivellemens faits par ordre du Roy, et un abbrégé de la Mesure de la Terre, du même auteur*.

Ce qui est plus intéressant au point de vue astronomique, c'est que Picard a commencé la publication de la précieuse éphéméride qu'on appelle la *Connaissance des Temps*. Le premier volume parut en 1678 (pour l'année suivante) et depuis, cette publication n'a subi aucune interruption. Le volume de 1683 est le dernier qu'ait donné Picard, qui, à ce point de vue, fut successivement remplacé par Lefebvre, Lieutaud, Godin, Maraldi, Lalande, Jeaurat, Méchain, Lalande, pour la seconde fois,

enfin, Delambre, Largeteau, Mathieu, et, plus près de nous, MM. Lœwy et Andoyer.

La *Connaissance des Temps* est, de beaucoup, le plus ancien des recueils analogues. Le *Nautical Almanac* date de 1766, l'*Astronomisches Jahrbuch* de 1774, et *The American Ephemerides and Nautical Almanac* de 1849 seulement.

Les observations de Picard ont été publiées en 1741 par Le Monnier dans un ouvrage intitulé *Histoire céleste*, qui devait comprendre toutes les observations faites en France depuis 1666. Ce premier volume, le seul qui ait paru, contient les observations de Picard et une partie de celles de La Hire. Par malheur, ces observations ne sont données qu'à l'état brut, sans aucune réduction.

On doit en outre à Picard quelques opuscules publiés dans les *Mémoires* de l'Académie, notamment sur la pratique des grands cadrans solaires, ainsi que l'ébauche d'un *Traité de Dioptrique*.

La Hire. — Philippe de La Hire (1640-1718) avait commencé, marchant sur les traces de son père qui était peintre ordinaire du roi, par s'adonner aux beaux-arts. C'est grâce à cette circonstance que l'Observatoire de Paris possède son portrait, peint par lui-même.

Pendant un voyage en Italie, il étudia cependant avec zèle les Mathématiques, ce qui fait qu'il est l'auteur d'un grand *Traité des sections coniques*, écrit en latin, qui parut en 1685. Un opuscule en français, consacré aux mêmes courbes, a eu plusieurs éditions.

La Hire était non seulement géomètre, mais mécanicien et astronome. Ses moments n'appartenaient pas tous à la science pure, car il était, en même temps que professeur

de Mathématiques au Collège de France, professeur à l'Académie d'architecture. La peinture, et principalement la représentation des paysages, l'occupait aussi et il dessina une grande carte manuscrite de la Lune, qui est à la Bibliothèque Sainte-Geneviève, enfin, il s'intéressait à ce qui concerne les arts et métiers, et les connaissait très en détail. N'oublions pas que, en compagnie de Picard et de Rœmer, il s'occupa beaucoup de nivellement et d'hydraulique.

Mais tout cela ne l'empêchait pas de faire un très grand nombre d'observations astronomiques, ce qui lui était rendu facile par cette circonstance qu'il logeait à l'Observatoire. Notons que, lorsqu'on créa cet établissement, il proposa qu'une des deux pendules qui devaient s'y trouver fût réglée sur le temps sidéral. Mais cette innovation ingénieuse ne fut pas adoptée, et il semble bien que ce soit à J.-N. Delisle qu'il faille rapporter l'honneur d'avoir le premier introduit dans la pratique cette importante simplification.

De tous ces travaux, il résulta des Tables astronomiques dont la première partie parut en 1687, la seconde en 1702. On est surpris de voir que La Hire, dans son épître dédicatoire à Louis XIV, exprime des doutes sur l'hypothèse que Képler a prise pour fondement, c'est-à-dire sur l'ellipticité des orbites. Il avoue cependant que l'ellipse de Képler ne s'écarte pas beaucoup de la figure véritable. Pour construire ses Tables, La Hire n'a eu égard qu'aux observations, dédaignant toute hypothèse, et Fontenelle l'en félicite chaudement : « Ainsi, dit-il, on ne peut avoir en Astronomie rien de plus pur et de plus exempt de tout mélange d'imagination humaine. » — « Mais, objecte Delambre, les lunettes, les quarts de cercle, les

micromètres, ne sont-ils pas comme les théories des inventions humaines? Tous les instruments n'ont-ils pas leurs erreurs inévitables, et, ce qu'il y a de pis, ces erreurs ne sont-elles pas irrégulières et plus nuisibles que celles des théories, qui du moins sont assujetties à une loi d'après laquelle on peut reconnaître, jusqu'à un certain point, ces erreurs, et faire que la théorie représente à très peu près la totalité des observations, aux erreurs près, dont ces observations ne sont jamais exemptes. »

Grâce à son talent de mécanicien, La Hire construisit des machines représentant le mouvement des planètes, que mettait en marche une horloge et qui eurent le plus grand succès en Chine où elles furent portées par les missionnaires. Ce n'est assurément pas le plus utile de ses travaux, mais ce fut sans doute celui qui eut le plus de retentissement.

Le caractère de cet astronome paraît avoir été assez peu sympathique. Sa conduite envers Lefebvre, qu'il fit exclure de l'Académie à la suite d'une querelle, où il y avait des torts des deux côtés, mais qui avait été commencée par son fils, Gabriel de La Hire, ne lui fait pas honneur, et fit tort à l'Astronomie, car, nous dit Lalande, « Lefebvre calculait mieux les éclipses que La Hire, parce qu'il employait la période de dix-huit ans, qu'il tenait peut-être de Rœmer. »

La Hire mourut le 21 avril 1718 à l'âge de soixante-dix-huit ans. Son fils lui survécut à peine une année.

Cassini. — Ce grand astronome, qui a été le fondateur d'une véritable dynastie de savants, mérite de nous arrêter davantage.

Giovanni Domenico Cassini était né le 8 juin 1625, à

Perinaldo ou Pec-Regnault, village de la partie du comté de Nice qui est restée italienne. Après de très bonnes études faites dans différents collèges il apprit les Mathématiques, y compris l'Astronomie, chez les Jésuites de Gènes. Dès cette époque, il s'aperçut de la vanité de l'Astrologie et cela est remarquable, car en Italie comme en France, cette prétendue science avait encore des partisans enthousiastes, qui n'étaient pas tous des esprits faibles.

A vingt-cinq ans, nous le trouvons professeur d'Astronomie à l'Université de Bologne, où il eut Riccioli comme collègue. Il traça dans l'église de Sainte-Pétrone une méridienne gigantesque qui lui servit à faire de nombreuses observations, et, en particulier, à déterminer l'obliquité de l'écliptique, qu'il trouva de 23°29′, ainsi que la réfraction horizontale qu'il trouva de 32 à 33 minutes; enfin la parallaxe du Soleil lui sembla presque nulle, et, en effet, plus tard il lui donna une valeur de 10″, ce qui ne différait pas beaucoup de la vérité.

Les talents de Cassini étaient très variés, il fut employé par le Sénat de Bologne à régler les différends élevés entre cette ville et celle de Ferrare sur le cours du Reno et du Pô. De même, en 1664, le pape Alexandre VII le chargea des mesures à prendre pour régler le cours de la Chiana, rivière qui se déverse alternativement dans le Tibre et dans l'Arno. Ce fut pour lui l'occasion de lier connaissance avec Viviani. Il dut même, à partir de 1663, veiller à des travaux de fortifications.

Tout cela ne l'empêchait pas de continuer ses travaux astronomiques; les comètes, notamment celles de 1652 et 1664 l'occupèrent beaucoup. Il s'était d'abord fait une fausse idée de la nature de ces astres, qu'il croyait formés

par les exhalaisons de la Terre et même des étoiles auxquelles il supposait une atmosphère extrêmement étendue, mais la suite de ses observations le détrompa, et il s'aperçut que la route d'une comète peut être représentée par un mouvement régulier, dont on peut calculer des éphémérides. Dès 1652, il résolut le problème posé par Képler et jugé insoluble par celui-ci ainsi que par Bouillaud, consistant à trouver directement et géométriquement l'apogée et l'excentricité d'une planète.

Parmi les travaux de Cassini qu'il importe de mentionner figurent ceux qui se rapportent aux satellites de Jupiter, dont il publia des Tables qui permirent d'observer les moments des immersions et des émersions de ces satellites quand l'ombre de la planète les éclipsait. C'était donner un moyen d'obtenir les longitudes relatives des différents points de notre globe avec une précision inespérée. Il aperçut sur le disque de Jupiter les ombres de ces satellites, qu'il distingua d'avec les taches, et ce qui était non moins important, il découvrit que Jupiter tourne sur son axe ; il en fit de même pour Mars et Vénus, et reconnut que ces deux planètes tournent aussi sur elles-mêmes.

Il semblait tout naturel de généraliser et d'admettre que la Terre est animée d'un mouvement analogue, mais, par suite d'une prudence explicable chez un homme qui vivait dans les Etats Pontificaux, Cassini ne se prononça jamais avec netteté sur le mouvement de notre globe.

Tous ces travaux lui valurent une éclatante renommée, qui dépassa les limites de l'Italie. Aussi Louis XIV et Colbert l'invitèrent-ils à venir se fixer en France, où il se rendit dès qu'il eut obtenu l'autorisation du pape, qui

voulut bien lui conserver ses émoluments pendant son absence, qui ne devait d'abord durer que quelques années. Il les toucha jusqu'en 1677, année où il renonça définitivement à retourner dans son pays.

Arrivé à Paris le 4 avril 1669, il fut présenté le 6 au Roi qui le reçut comme le prince de la science. La conversation eût été difficile, si Louis XIV n'avait pu l'entretenir en italien, idiome qu'il avait appris dans la compagnie de Mazarin, car Cassini savait à peine quelques mots de français, mais il ne lui fallut pas très longtemps pour arriver à posséder notre langue.

Recevant de toutes parts, et spécialement des hommes les plus haut placés, des princes du sang eux-mêmes, des témoignages de la plus extrême considération, touchant des appointements de 9 000 livres, ce qui était alors un gros chiffre, Cassini se décida bientôt à devenir Français, il obtint ses lettres de naturalité le 14 juin 1673, et ne tarda pas à épouser Geneviève Delaistre, fille du lieutenant général du comté de Clermont en Beauvaisis, qui lui apporta en dot des terres immenses, traversées par le méridien de Paris, et le château de Thury, qui appartient encore à leurs descendants [1].

Dès 1671, il s'était établi à l'Observatoire à peine achevé ; c'est là qu'il découvrit, ainsi que nous l'avons déjà dit, quatre nouveaux satellites de Saturne, et c'est lui qui a prouvé que l'anneau qui entoure cette planète est double. Il s'occupa aussi, vers la même époque, des observations correspondantes à celles que faisait Richer à

[1] Cassini eut deux fils : l'aîné, Jean-Baptiste, lieutenant de vaisseau, fut tué à la bataille de la Hougue, le 29 mai 1692. — Le second, Jacques, marcha sur les traces de son père.

Cayenne, ainsi qu'à déterminer, par l'ingénieuse méthode qui lui était due, la parallaxe de Mars et celle du Soleil, qu'il réduisit à 9″,5 ou 10″. On sait que la véritable valeur est 8″,95 à très peu de chose près. Il fit en outre des observations en diverses provinces pour perfectionner la géographie du royaume. Plus tard, on le voit rédiger une instruction générale pour les observations astronomiques et géographiques à faire dans les voyages.

L'Observatoire de Paris, en effet, à cette époque, devint une véritable école où se formèrent des observateurs provenant de toutes les origines, militaires ou civils, prêtres ou laïques, qui contribuèrent grandement à détruire les monstrueuses erreurs qui régnaient en géographie. Grâce à la combinaison de ses observations avec celles faites en Chine par les missionnaires jésuites, on connut avec quelque précision la position de Louveau (Siam), et d'autres points de l'Extrême-Orient.

Mais sa principale œuvre géographique consiste à avoir continué la mesure de la méridienne de Paris, que Picard avait commencée en 1669. En 1683, les travaux furent entrepris : La Hire s'occupa de la partie septentrionale de cette méridienne, et Cassini de la partie méridionale ; en 1700, il parvint à l'extrémité du Roussillon. Le travail qu'il venait de finir devait être repris au XVIIIe siècle par ses descendants, faire l'objet de nombreuses discussions scientifiques, et, finalement, devenir l'origine de la grande carte de France qui porte encore le nom de Cassini.

Il revenait parfois sur ses anciens travaux. C'est ainsi qu'en 1695, il eut l'occasion de retourner en Italie, et prit plaisir à revoir sa méridienne de Sainte-Pétrone, qui avait grand besoin d'être réparée. Il présida à cette répa-

ration et laissa à Guglielmini, un géomètre bolonais qui s'est surtout illustré comme hydraulicien, des instructions indiquant ce qu'il y avait à faire pour l'entretien et la conservation de ce grand instrument, qu'il regardait comme un de ses titres de gloire, et qui était une des œuvres géodésiques par lesquelles il s'était préparé, dans son pays, aux travaux beaucoup plus considérables qu'il devait effectuer en France

De même, en 1693, il donna de nouvelles Tables des satellites de Jupiter, réformées d'après de nouvelles et nombreuses observations, travail encore utile à la Géographie.

Les questions relatives au calendrier furent au nombre de celles auxquelles Cassini consacra le plus de temps et de travail. Il débrouilla, d'après les renseignements rapportés en 1687, de Siam, par M. de la Loubère, ambassadeur de France auprès du roi de ce pays, le chaos que présentaient les méthodes qu'on y employait pour calculer les mouvements du Soleil et de la Lune, et dont probablement, à Siam même, personne n'aurait pu expliquer la théorie. Cassini dissipa ces ténèbres en faisant voir qu'elles résultaient de l'emploi de deux époques dont on ne faisait pas la distinction, l'une, civile, qui remontait à 544 avant J.-C. l'autre, astronomique, qui tombait en l'an 638 après l'ère chrétienne. De ce calendrier asiatique, il passa aux nôtres, ce qui lui valut d'être consulté, d'après l'ordre du pape, par la congrégation du calendrier.

La configuration de notre satellite attira son attention. Il chargea un habile artiste, nommé Patigny, de faire des dessins en grand de chacune de ses taches. Son arrière-petit-fils mit, en 1787, sous les yeux de l'Académie, la

collection de ces dessins, qui se trouve maintenant à l'Observatoire. De toutes ces études, il résulta une grande carte de la Lune, ayant 20 pouces de diamètre, que Cassini fit graver, mais dont le cuivre a été malheureusement détruit, et dont Cassini IV a publié une réduction.

Cassini croyait avoir découvert la lumière zodiacale, en fait, « vingt-deux ans avant sa naissance, nous dit Alexandre de Humboldt, le chapelain de lord Henry Somerset, Childrey avait, dans sa *Britannia Baconica*, publiée en 1601, appelé l'attention des astronomes sur la lumière zodiacale, comme sur un phénomène qui n'avait pas encore été décrit, et dont il avait été témoin depuis plusieurs années, au mois de février et de mars[1]. » Tycho-Brahé l'avait vue aussi dès la fin du XVIe siècle, mais l'avait prise pour une aurore boréale extraordinaire. Mais il n'y a pas à s'étonner de ce que Cassini n'a pas eu connaissance de ces observations antérieures ; les relations scientifiques étaient alors beaucoup moins développées qu'aujourd'hui.

Les phénomènes astronomiques proprement dits n'attiraient pas seuls son attention. Le 17 mai 1677, il observa une croix blanche autour de la Lune, une couronne autour du Soleil et trois faux soleils, qu'il signala à l'attention de l'Académie. De même, en 1694, il lui exposa la relation d'une éruption du Vésuve.

Ce laborieux astronome était doué d'une constitution vigoureuse qui lui permit de continuer ses travaux presque jusqu'à la fin de sa longue vie. En 1709, on le voit encore faire une communication à l'Académie sur le

[1] *Cosmos*, t. III, p. 594.

mouvement apparent des planètes à l'égard de la Terre; mais, en 1711, il perdit complètement la vue. Il se distrayait, dans sa cécité, en composant des vers latins ou italiens, ou bien il dictait à un secrétaire des notes sur ses découvertes, que son arrière-petit fils a publiées, et qui nous ont beaucoup servi. Enfin, il s'entretenait volontiers avec des jeunes gens d'avenir, comme Joseph-Nicolas Delisle, se renseignait sur leurs travaux et leur donnait de précieux conseils.

Il mourut le 14 septembre 1712, âgé de 87 ans et 3 mois.

J.-D. Cassini avait, au plus haut degré, les qualités de l'homme du monde, ce qui ne lui servit pas peu auprès des grands. Il vécut dans l'intimité de la reine Christine de Suède, de plusieurs papes, de Louis XIV, qui l'appelait volontiers dans son cabinet, où l'astronome lui rendait compte de ses projets pour faire servir l'Astronomie aux progrès de la Géographie et de la Navigation. Il semble que ses contemporains n'ont nullement songé à lui en faire un reproche, mais, longtemps après sa mort, une légende se forma, qui s'est perpétuée jusqu'à nos jours, d'après laquelle, malgré tous ses mérites, Cassini aurait été au moins quelque peu charlatan.

On lui reproche encore n'ayant observé qu'une fois la fameuse comète de 1680, d'avoir prédit au roi le chemin qu'elle suivrait. « Autant dire, écrivait Biot, où va l'oiseau qui s'envole. » Il avait fait déjà une prédiction semblable à la reine Christine à propos de la comète de 1664. En réalité, en faisant ces prédictions, Cassini se guidait sur certaines idées théoriques que M. Wolf a exposées dans son *Histoire de l'Observatoire de Paris*. Le reproche de charlatanisme est donc fort injuste et s'ex-

plique par la rancune qu'on voua à ses descendants, lorsque la direction de l'Observatoire leur fut confiée, comme nous le dirons plus loin.

Une belle statue en marbre de Cassini décore la salle du premier étage de l'Observatoire de Paris. La ville de Clermont, voisine de son château, possède une copie de cette statue, œuvre du sculpteur Moitte.

La mesure du méridien français

La mesure d'un degré du méridien, effectuée par Picard, avait eu des résultats de la plus haute importance, elle permettait, en supposant, ce qui était jusqu'à cette époque une sorte de *postulatum* universellement admis, que notre globe est une sphère parfaite ; d'en déterminer immédiatement la circonférence. Mais n'avait-on pas été quelque peu superficiel en admettant cette sphéricité sans plus d'examen ?

On avait des raisons de le croire ; le retard constant d'une pendule bien réglée à Paris, quand elle avait été transportée à Cayenne, observé par Richer, était une nouvelle preuve de la rotation de la Terre, et cette rotation fit soupçonner à Huyghens qu'en vertu de la force centrifuge qui rendait les corps moins pesants sous l'équateur qu'à Paris, il était possible que la surface terrestre y fût plus éloignée du centre, en sorte que notre globe aurait la figure d'un sphéroïde aplati vers les pôles. L'aplatissement de Jupiter, constaté par Cassini avant l'année 1666, menait également, par induction, à donner cette même forme à notre globe. Aussi, en 1683, Cassini proposa-t'il à l'Académie d'étendre la mesure de Picard au-

tant qu'il serait possible sans sortir du territoire français. Sa proposition fut bien accueillie en haut lieu, et le Roi donna ses ordres pour que la méridienne de Paris fût prolongée, d'une part, jusqu'à la Mer du Nord, de l'autre jusqu'à la Méditerranée. La Hire fut chargé de la partie septentrionale de la mesure, et Cassini de la partie méridionale.

On était arrivé, en partant de Paris, à Bourges d'une part, à Béthune de l'autre, quand les travaux furent interrompus par un grand malheur, la mort de Colbert. Louvois, devenu surintendant des bâtiments du Roi, employa les académiciens à de grands nivellements nécessités par les travaux hydrauliques qui devaient contribuer à l'embellissement du château de Versailles, et la mesure de la méridienne ne fut reprise qu'en 1700.

Cassini et son fils, aidés par Maraldi et Mathieu de Chazelles, menèrent ce travail à bonne fin, les résultats en furent publiés par Jacques Cassini, dans le livre intitulé : *De la grandeur et de la figure de la Terre*, Paris 1718.

Les conclusions de cet ouvrage étaient que, les degrés de méridien allant en décroissant quand on marchait du sud vers le nord, la Terre était un ellipsoïde allongé dans le sens de son axe de rotation. Cela était contraire aux théories de Newton et de Huyghens ; cette contradiction fut un véritable événement scientifique à cette époque, et amena de nombreuses discussions. A l'autorité des Cassini, un géomètre alsacien, Eisenschmid, de Strasbourg, était venu joindre la sienne.

Les partisans de la Terre allongée eurent bientôt un autre argument à faire valoir : en effet, le contrôleur général des finances, M. Orry, homme de mérite dont le nom n'est pas assez connu, ordonna que l'on fît la des-

cription géométrique de la France, c'est-à-dire que l'on recouvrît le sol du pays d'un réseau de triangles reliant entre eux les principaux points de notre territoire. Ce travail devait durer longtemps, mais, dès 1733, on mesura le degré du parallèle compris entre Paris et Saint-Malo, et l'année suivante on prolongea ce parallèle jusqu'à Strasbourg ; en 1735, on fit des opérations analogues sur le parallèle d'Orléans.

Comme celle de la méridienne, ces nouvelles mesures s'accordaient à donner une Terre allongée. Les Cassini pouvaient triompher ; mais, comme d'autre part, il ne s'agissait que d'une différence de 31 toises, dont le degré de Perpignan surpassait celui de Dunkerque, on conçoit que leurs adversaires étaient en droit de ne pas se tenir pour battus, et d'attribuer cette différence aux erreurs des observations [1].

Par bonheur, sans être un savant, le ministre de la Marine d'alors, M. de Maurepas, s'intéressait au progrès des sciences, et, pour élucider la question, il décida que l'on mesurerait deux arcs de méridien sous des latitudes aussi différentes que possible. De là, les expéditions faites au Pérou et en Laponie, sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Qu'il nous suffise de dire ici que, des observations faites dans ces contrées lointaines, il résulta, comme une vérité incontestable, que la Terre est un sphéroïde aplati vers les pôles.

La révision de la méridienne de France s'imposait donc,

[1] M. Wolf cite à ce propos un passage d'un ouvrage inédit de Cassini IV d'où il résulte que, dans tout ceci, il n'y avait qu'un malentendu, causé par ce fait que Picard (dont la base avait servi de point de départ, sans qu'on la remesurât) et Cassini n'avaient pas fait usage de la même toise.

et on n'attendit même pas, pour la commencer, le retour de la mission du Pérou. Dès 1739, Cassini III, qu'on appelle habituellement Cassini de Thury, obtint l'autorisation d'entreprendre ce travail, où il eut pour principal auxiliaire l'illustre abbé de La Caille, encore bien jeune, mais qui, depuis plusieurs années déjà, s'occupait de géodésie avec zèle et succès. Le livre où se trouvent les résultats de cette dernière mesure, parut en 1744. Il a pour titre *La méridienne de l'Observatoire royal de Paris, vérifiée dans toute l'étendue du royaume par de nouvelles observations*. Il a eu pour principal auteur La Caille, bien qu'il n'ait paru que sous le nom de Cassini de Thury, qu'il faut pourtant se garder d'accuser, comme on l'a fait, de s'être approprié le travail d'autrui. Cet ouvrage, ayant paru dans les *Mémoires* de l'Académie, ne pouvait être signé que d'un académicien, et La Caille ne l'était pas encore. — Il lui est d'ailleurs rendu justice dans la préface de la Méridienne vérifiée. Les Cassini étaient d'honnêtes gens.

Dans cette œuvre considérable, Cassini renonce loyalement aux idées de sa famille sur la forme de notre globe, et reconnait l'aplatissement de celui-ci.

On sait qu'à la fin du siècle, le méridien français fut mesuré encore une fois, à l'occasion de l'établissement du système métrique. Si l'on songe qu'à toutes ces mesures exécutées par des savants français, auxquelles il faut joindre celle que La Caille, seul pour ainsi dire, effectua en 1755 au Cap de Bonne Espérance, on ne peut guère opposer que les travaux géodésiques de Boscovich en Italie, de Roy et Ramsden en Angleterre, on peut hautement affirmer qu'au XVIIe et au XVIIIe siècle, la géodésie a été une science essentiellement française.

La vitesse de la lumière

Roëmer. — Nous avons déjà rencontré ce grand astronome, qui se forma en partie sous l'abbé Picard, pour qui il semble avoir eu une profonde vénération.

Il était né à Aarhuus en 1644 ; nous ne savons rien de ses premières études, mais elles durent être brillantes, car il fut distingué par deux hommes remarquables, les frères Bartholin[1] qui l'associèrent à leurs travaux. Il s'occupait avec eux à classer les manuscrits de Tycho-Brahé quand il fit la connaissance de l'abbé Picard.

L'attention de celui-ci fut attirée par les remarquables facultés du jeune homme qu'il décida à l'accompagner en France et qu'il fit entrer à l'Académie. Roemer, de son côté, semble avoir eu pour Picard une vénération presque filiale. Dans les ouvrages publiés après son retour dans son pays, longtemps après la mort de Picard, il rend pleine justice au mérite de celui-ci. A l'Observatoire, ils partagèrent le même appartement, celui qui se trouve au second étage, du côté oriental.

Roemer était non seulement astronome, mais aussi mécanicien et physicien. C'est ainsi qu'on lui doit d'avoir trouvé la forme la plus favorable qu'il faut donner aux dents d'une roue, afin que le rendement de la ma-

[1] Erasme Bartholin (1625-1698) fut un des premiers médecins et anatomistes de son temps. — Son frère aîné, Thomas (1616-1680) était surtout physicien. C'est lui qui a le premier étudié le phénomène de la double réfraction sur le spath d'Islande. — Roemer, qui ne devait pas laisser d'enfants, se maria deux fois et ses deux femmes étaient filles d'Erasme et de Thomas Bartholin.

chine soit aussi grand que possible, découverte que Fontenelle attribue à La Hire (peut-être celui-ci l'avait-il faite de son côté), et d'autre part, il construisit diverses machines, notamment un planisphère donnant à chaque instant les positions relatives des planètes et leurs longitudes, ainsi que les étoiles qui sont à une heure donnée sur l'horizon de Paris, — et une machine pour les éclipses donnant l'année, le mois et le quantième du mois où doit arriver une éclipse de Soleil ou de Lune. — D'autre part, on le voit faire, dans le puits qui traverse toutes les voûtes de l'Observatoire, des expériences sur la résistance des tuyaux de conduite des eaux, et, en 1677, (23 juin), déterminer la vitesse du son, en compagnie de Cassini et de Picard. Roemer se trouvait à Chàtillon et observait le temps compris entre l'explosion d'une des fusées tirées à la place de Grève à l'occasion de la saint Jean, et le moment où il entendait le bruit de cette explosion.

Mais tous ces travaux, si utiles, si bien faits qu'ils aient été, ne sont rien auprès de la grande découverte qui fera vivre éternellement le nom de Roemer, celle de la vitesse de la lumière

Marchant sur les traces de Galilée, Cassini s'était beaucoup occupé des satellites de Jupiter, espérant que la connaissance exacte de leurs mouvements pourrait servir à donner aux marins un moyen exact de déterminer la longitude en mer, ce qui aurait été pour eux un bienfait inappréciable. Il avait donc construit des Tables de ces satellites permettant de prévoir les instants où leurs éclipses dans l'ombre de la planète commenceraient où finiraient.

Or, en comparant ces instants donnés par l'observation avec ceux qu'indiquait le calcul, Roemer trouva

qu'au moment des oppositions de Jupiter, alors que cet astre est le plus voisin de la Terre, les instants observés sont antérieurs aux temps calculés, et que c'est le contraire au moment des conjonctions, où Jupiter est aussi éloigné de nous que possible. Cassini et Roemer présumèrent que cela tenait à ce que la propagation de la lumière pouvait ne pas être instantanée comme on l'avait cru jusqu'alors, Mais Cassini ne tarda pas à abandonner cette idée et Roemer plus persévérant, réussit à la faire triompher. Huyghens et Newton furent les premiers à donner leur acquiescement. C'est en 1676 que Roemer fit cette découverte mémorable.

Une invention d'un autre ordre, qui a rendu des services immenses à l'Astronomie de précision, est celle de la lunette méridienne également due à Roemer. Malheureusement, il ne lui fut pas possible d'en établir une à l'Observatoire de Paris. La première lunette méridienne en date est celle qu'il installa, non à l'observatoire de Copenhague (le bâtiment ne s'y prêtant pas plus qu'à Paris), mais à sa maison de campagne voisine de la ville après qu'il eût quitté la France pour retourner dans son pays[1].

On a prétendu que ce départ avait pour cause la Révocation de l'Edit de Nantes. C'est une erreur, car cette Révocation date de 1685, et, alors, il y avait quatre ans que Roemer avait quitté notre pays. En qualité d'étranger, il n'avait d'ailleurs personnellement rien à redouter[2]. Ce que l'on peut dire avec vraisemblance, c'est qu'il n'était

[1] La dernière observation que Roemer fit à Paris est datée du 21 juin 1681.

[2] On peut s'étonner que l'Académie des Sciences, quand elle obtint, en 1699, le droit de se compléter par des associés étran-

peut-être pas parti pour le Danemark sans esprit de retour, car le gouvernement français l'avait toujours traité honorablement, et sa pension avait augmenté constamment, mais que les violences odieuses dont les huguenots furent l'objet changèrent peu à peu ses intentions primitives. D'ailleurs l'abbé Picard, son maître vénéré, était mort peu après son départ, et cette disparition devait lui faire moins regretter le séjour de Paris.

A Copenhague, Roemer ne resta pas inactif. Il commença par faire bâtir, au sommet de la fameuse tour de Christian IV, une tourelle ronde où il établit deux instruments, un équatorial et un cercle vertical et azimutal à deux lunettes parallèles. Ces deux instruments sont représentés sur les deux premières planches de la *Basis astronomiae*, ouvrage de Pierre Horrebow (1679-1764) qui fut le disciple enthousiaste de Roemer, dont il nous décrit les instruments et les procédés d'observation.

L'observatoire étant incommode, Roemer songea à travailler dans sa propre maison. Là, il eut une lunette méridienne, placée d'ailleurs dans de singulières conditions, car on devait observer par une fenêtre, si bien qu'on ne voyait guère que le tiers du méridien, et il était impossible de voir et le pôle et le zénith. Sans qu'il y eût de la faute de l'astronome, cette lunette avait, pour les passages au méridien, à peu près les mêmes inconvénients que le mural, et elle donnait beaucoup moins bien les hauteurs méridiennes. Roemer savait évidemment tout cela, mais il n'avait pas le moyen de remédier au mal.

gers, n'ait pas profité de cette occasion pour se rattacher un de ses anciens membres, qui lui avait fait tant d'honneur.

Quoi qu'il en soit, ses observations, qu'il aurait sans doute souhaité pouvoir publier, mais il est à croire que les fonctions publiques qu'il remplit dans les dernières années de sa vie et ses infirmités l'en empêchèrent, ses observations remplissaient un certain nombre de registres qui périrent dans le terrible incendie du 20 octobre 1728, ainsi que les quatorze registres qui contenaient les observations d'Horrebow, qui, pour les faire, s'était servi de la lunette méridienne de Roemer qu'il avait transportée sur la tour qui était l'observatoire officiel... Horrebow montra le plus grand courage pour tâcher de sauver les précieux documents qui avaient coûté tant de travail, mais ne put y réussir que pour une très petite partier. Il a publié dans le livre dont nous avons donné le titre ce qu'il a appelé le *Triduum observationum Tusculanarum Roemeri* ; ce sont les observations méridiennes faites pendant les journées du 20, 21, 22 et 23 octobre 1706. Ces observations sont d'une exactitude qui surpasse tout ce qui se faisait alors, du moins pour les différences d'ascension droite entre des étoiles dont les déclinaisons sont très différentes. Telle est l'opinion du sévère Delambre, et certes, une des plus vives calamités dont l'astronomie ait eu à souffrir est le déplorable incendie de Copenhague.

Roemer rendit des services d'un autre genre à sa patrie. C'est en partie par son influence que le Danemark a devancé l'Angleterre dans l'adoption du calendrier grégorien. Ayant beaucoup voyagé dans diverses contrées de l'Europe, partout il observa soigneusement les procédés industriels, et les fit connaître à ceux qui exerçaient les arts mécaniques en son pays. Le roi le chargea de l'inspection des ports et arsenaux, et il s'appliqua à y faire

adopter un système uniforme de poids et mesures. Les questions monétaires l'occupèrent beaucoup, lui aussi. Enfin, pendant les cinq dernières années de sa vie, il fut premier consul (bourgmestre) de Copenhague et laissa le souvenir d'un administrateur intègre et éclairé.

Il mourut le 19 septembre 1710, à l'âge de 66 ans. Les trois dernières années de sa vie furent cruellement tourmentées par une horrible maladie, la pierre.

Les successeurs de Cassini

La mort du grand Cassini, ne produisit point de changement dans le régime de l'Observatoire, puisqu'il n'était point le directeur de cet établissement. Mais il avait formé des astronomes dans sa famille, et son neveu Maraldi, son fils Jacques Cassini continuèrent ses traditions.

Maraldi I. — Jacques Philippe Maraldi (1665-1729) était né dans le comté de Nice. Sa mère était une sœur de Cassini I. A l'âge de vingt deux ans son oncle l'appela à Paris et en fit un de ses principaux auxiliaires : Maraldi, notamment, prit une certaine part aux travaux géodésiques de son oncle. Plus tard, avec son cousin Jacques Cassini, il prolongea la méridienne depuis Amiens jusqu'à Dunkerque.

Il s'est beaucoup occupé des étoiles fixes, et avait eu l'idée d'en construire un nouveau catalogue, ce qui eût été bien désirable, s'il avait pu le terminer et le publier. Il ne lui manquait plus que quelques étoiles situées vers le pôle et vers le zénith, et, pour les déterminer, il venait d'installer un quart de cercle sur la plate-forme de l'Obser-

vatoire quand il fut atteint de la maladie qui devait l'emporter.

La mauvaise organisation de l'Observatoire produisit tous ses effets. Il semblait, puisque le travail était si avancé, qu'un des astronomes habitant cet édifice aurait dû faire l'effort de l'achever. Et même, puisque Maraldi avait fait venir d'Italie, lui aussi, un de ses neveux que nous retrouverons bientôt, c'était à celui-ci, bien assurément, qu'il revenait de revendiquer cette part de l'héritage de son oncle. Maraldi II ne le fit pas.

Maraldi I avait fait, en 1704 et 1705, des recherches sur la parallaxe des étoiles. Il marchait ainsi sur les traces de Roemer, mais n'obtint que des résultats assez contradictoires.

Jacques Casssini. — Jacques Cassini, vécut de 1677 à 1756. Ce fils du grand Cassini fut un astronome estimable, qui, s'il eût l'avantage de recevoir les leçons de son père, n'eut peut-être pas assez de personnalité pour renier les erreurs qui étaient échappées à celui-ci, notamment en ce qui concerne la figure de la Terre. Nous avons vu qu'il avait pris une grande part aux triangulations qui devaient servir à déterminer cette figure.

Toujours à la suite de son père, il s'occupa beaucoup des réfractions. De même, c'est encore un travail de Dominique Cassini qu'il reprenait quand il cherchait en 1732, à déterminer la durée de la rotation de Vénus qu'il trouvait d'environ 24 heures. On sait qu'aujourd'hui on se demande si la durée de la rotation sur elles mêmes des planètes inférieures, Mercure et Vénus n'est pas précisément égale à celle de leur rotation autour du Soleil, ce qui ferait une analogie entre le mouvement de ces planètes

et celui de la Lune autour de la Terre. Dans ce cas, ces rotations dureraient, l'une 88 jours, l'autre 225, mais la chose est encore incertaine.

On voit dans l'éloge académique du second Cassini, que l'ouvrage qu'il publia en 1740 sous le titre d'*Eléments d'Astronomie*[1], avait été composé pour servir à l'éducation du duc de Bourgogne, petit fils de Louis XIV. Cela donne à penser que Jacques Cassini avait été appelé à donner quelques leçons d'Astronomie à ce jeune prince, qui, on le sait, fit de remarquables études, chose tout à fait exceptionnelle chez les fils de rois. S'il en est ainsi, Cassini II pouvait se vanter d'avoir fait un bon élève, car le duc de Bourgogne savait régler sa montre à l'aide d'un anneau astronomique, et il possédait une lunette de fabrication anglaise avec laquelle il observait la Lune ou les planètes, amusement que ses nombreux ennemis tournaient en ridicule, et pour lequel ils l'accusaient de négliger des devoirs sérieux.

Quoi qu'il en soit, l'auteur de cet ouvrage s'y déclare copernicien, avec quelque embarras, à la vérité. Dans la préface il nous apprend qu'il a connaissance de l'ingénieuse théorie de l'aberration de la lumière, due à Bradley. Mais, dans le corps du livre, composé à une époque bien antérieure, il n'en parle pas.

Les mémoires de Jacques Cassini[2] sont très nombreux,

[1] Un volume de Tables astronomiques complète ces *Eléments*. Ces Tables, d'après l'auteur lui-même, ont pour fondement celles que D. Cassini avait construites sur les observations anciennes, comparées à celles qu'il avait faites en Italie et en France.

[2] Jacques Cassini est un des premiers qui aient mis en évidence le mouvement propre des étoiles dites *fixes*. Il prouva

mais beaucoup ne sont que des nombres résultant de ses observations, sans que l'auteur en ait déduit aucune conséquence.

Le second Cassini était arrivé à l'âge de 79 ans quand un accident de voiture lui coûta la vie. Il fut enseveli dans l'église de Thury où son petit-fils vint le rejoindre près d'un siècle plus tard.

Cassini III. — (Cassini de Thury). Entre autres enfants, Jacques Cassini avait un fils, César François, (1714-1784) qu'on appelle ordinairement Cassini de Thury, d'après le nom de sa terre patrimoniale. Très jeune, il s'occupa d'Astronomie ; (Il aurait, dit-on, calculé à dix ans les phases d'une éclipse de Soleil), si bien qu'il entra à l'Académie à l'âge de 21 ans. Il était d'ailleurs encore moins précoce que son père, qui n'en avait que 17 quand les honneurs académiques lui furent accordés.

C'est surtout comme géodésien qu'il est connu. Dès sa jeunesse, il avait été l'auxiliaire de son père quand il reliait par des triangles les principales villes françaises, et nous l'avons vu publier le livre de la *Méridienne vérifiée*. Il n'avait pas attendu cette publication pour reconnaître loyalement que les observations faites en Laponie et au Pérou indiquent pour la Terre la forme d'un sphéroïde aplati vers les pôles.

Ses voyages géodésiques le conduisirent au delà des frontières de la France. Il fit, par ordre du roi, deux voyages en Allemagne, et il prolongea la chaîne de ses

qu'en 152 ans la latitude d'Arcturus avait varié de cinq minutes, tandis que η-Bouvier, étoile toute voisine, n'avait rien éprouvé d'analogue.

triangles jusqu'à Vienne, dont il détermina la longitude. Rappelons à ce propos que, pour les déterminations de ce genre, c'est lui qui a introduit la méthode des signaux de feu.

La grande œuvre à laquelle le nom de Cassini de Thury est restée attachée est la construction de la carte de France à l'échelle de $\frac{1}{86\,400}$ ou une ligne pour 100 toises. En 1783, un an avant sa mort, il publia sa *Description géométrique de la France*, qui résumait bien des années de travail. On y trouve les positions géographiques d'un grand nombre de points du sol français, ainsi que leurs distances, exprimées en toises, à la méridienne de Paris et à la perpendiculaire à cette méridienne.

Mais il fallait que tous ces nombres fussent traduits en une figuration, sur le papier, du territoire de la France. Cassini sut intéresser à cette entreprise le roi Louis XV, en lui montrant des cartes des contrées où s'étaient déroulés les événements de la campagne de 1745, à laquelle le souverain avait pris une part personnelle. Le roi considéra ces cartes avec intérêt, et ordonna d'en construire de semblables pour toute la surface de son royaume.

Cassini se mit donc en devoir de commander les instruments nécessaires et de former un personnel d'ingénieurs ainsi que de graveurs. Les travaux étaient en bonne voie quand, par malheur, la pénurie du trésor fit supprimer les subventions accordées par l'Etat. Mais l'entreprise ne fut pas abandonnée pour cela et l'astronome sut y intéresser un certain nombre de personnes haut placées, Mme de Pompadour [1] en tête, qui formèrent

[1] A côté de ce nom, citons ceux de MM. de Malesherbes, de Buffon, Camus, de Montalembert, de Montigny, tous de l'Aca-

une association qui se chargeait de faire les avances nécessaires, jusqu'à concurrence de 16000 livres par tête, et qui se rembourserait sur la vente des cartes.

A travers bien des difficultés, causées le plus souvent par le mauvais vouloir des autorités locales, notamment des Etats de Bretagne, l'ouvrage avança assez rapidement, mais pas assez pour que Cassini de Thury en vît la fin. Quelques feuilles seulement restaient à tirer[1] quand survint la Révolution, qui prononça la dissolution de la société et confisqua tout son avoir, cartes déjà tirées, planches gravées, instruments topographiques, papier blanc, exemplaires de la *Description géométrique de la France*. etc,... Ce fut pour Cassini IV, auquel les événements infligèrent bien d'autres déboires, un coup des plus sensibles, et l'on conçoit qu'en fin de compte, après avoir échappé à l'échafaud, il se soit retiré à la campagne et ait à peu près renoncé aux sciences.

La carte de Cassini est assurément bien inférieure à notre carte actuelle d'Etat-Major. Elle renferme infiniment moins de détails que celle-ci, qui est d'ailleurs construite à une échelle un peu plus grande $\left(\frac{1}{80\,000}\right)$ et à qui elle a servi de modèle. Telle qu'elle est, elle a rendu de grands services, et Napoléon en faisait un certain cas, puisqu'il ordonna de lever à la même échelle les territoires nouvellement réunis à la France, ce qui donna la

démie des Sciences. A côté de ces savants, on voyait de très grands seigneurs, comme le prince de Soubise, le duc de Noailles, etc., des magistrats, tels que les présidents Sallaberry et de Novion, etc. Le nombre des associés fut fixé à cinquante.

[1] Les dernières ne furent tirées qu'en 1815.

carte des *Départements réunis*. Mais il sentait bien qu'elle était insuffisante et voulait la remplacer par une carte toute nouvelle, ce que les guerres continuelles ne permirent pas. C'est sous la Restauration seulement qu'une Commission, nommée le 11 juin 1817 et présidée par Laplace[1], fut chargée d'examiner le projet d'une nouvelle carte topographique de la France, appropriée à tous les services publics. Cette nouvelle carte dont l'exécution a duré plus d'un demi siècle, est notre carte d'Etat-Major, qui est peut-être le plus beau travail de cette nature, qui ait jamais été fait.

Maraldi II. — Nous avons déjà rencontré cet astronome, dont la carrière scientifique s'est écoulée partie en France, partie en Italie, car lorsque l'âge commença à se faire sentir pour lui, il retourna à Perinaldo, pensant que l'air de son pays natal lui rendrait la santé. Il y vécut encore dix-huit ans, et, à défaut d'autre occupation, il continua ses études sur les satellites de Jupiter, auxquels il avait consacré, pour ainsi dire, sa vie d'astronome.

Quatre ans après son arrivée en France, en 1731, il entra à l'Académie, à l'âge de vingt-deux ans, étant né en 1709.

Les satellites de Jupiter étaient, disons-nous, son objet de prédilection. Il leur a consacré une foule de mémoires qu'il est à peu près impossible d'analyser ici. Remarquons toutefois qu'il a utilisé les éclipses de ces satellites pour déterminer la différence entre les méridiens de Greenwich et de Paris. Son résultat est d'une grande

[1] A la même époque remonte le levé hydrographique de nos côtes, auquel présida l'ingénieur Beautemps-Beaupré.

précision pour l'époque, car on admet aujourd'hui pour cette différence la valeur en temps 9^m20^s93, et il trouve 9^m23^s alors qu'en 1786 Maskelyne donnait 9^m30^s, et il avait eu à sa disposition des observations beaucoup plus nombreuses.

En cette branche de l'Astronomie, il semble n'avoir eu que deux rivaux en Europe, c'étaient Wargentin [1], directeur de l'observatoire de Stockholm, et Bailly, le futur président de l'Assemblée constituante, dont nous avons déjà parlé, et que nous retrouverons plus tard.

Néanmoins Maraldi dut consacrer une notable partie de son temps aux travaux géodésiques, et aussi à la publication de la *Connaissance des Temps*, dont il a donné vingt-cinq volumes. C'était un labeur pénible et peu rétribué, mais Maraldi, qui ne vivait que pour ses études, semble avoir eu peu de souci des questions d'argent.

Il passait tout son temps dans les salles d'observation ou dans son appartement particulier, où il était tout entier à ses calculs. On ne put, tout d'abord, lui donner comme logement que l'embrasure d'une des grandes fenêtres de l'Observatoire, et il ne lui en fallait pas davantage. Taciturne comme il était, il n'avait que bien rarement l'occasion de recevoir des visites.

[1] Pierre Wargentin (1717-1783) sentit, comme bien d'autres, sa vocation astronomique s'éveiller à l'âge de douze ans par le spectacle d'une éclipse totale de Lune. Dès 1746, il publia de nouvelles Tables des satellites de Jupiter, qu'il s'efforça constamment d'améliorer. C'est ce qu'il fit notamment par l'emploi de la période de 437 jours, découverte par Bradley, période qui ramène dans le même ordre les inégalités des trois premiers satellites. — Wargentin, qui s'occupa aussi beaucoup de calcul de probabilités et de statistique, reçut dans son pays et à l'extérieur tous les honneurs qu'il pouvait souhaiter.

Au fond, c'était un excellent homme. Il avait une vive amitié pour les Cassini, ses proches parents, et surtout pour l'abbé de La Caille. Quand ce grand homme mourut, sa douleur fut des plus vives. C'est lui qui se chargea de l'impression du *Cœlum australe stelliferum.*

Delisle. — Joseph-Nicolas Delisle (1688-1768) était né à Paris où son père, originaire de Vaucouleurs en Lorraine, faisait métier d'enseigner l'Histoire et la Géographie. Claude Delisle eut douze enfants, qu'il semble avoir eu le mérite de remarquablement bien élever, car, parmi les frères de l'astronome qui va nous occuper, nous pouvons faire une mention spéciale de Louis Delisle de la Croyère, qui accompagna son aîné en Russie et mourut au Kamtchatka, victime de son zèle pour la science, de Simon Delisle de l'Hérissel, qui promettait de devenir un grand érudit, mais qui, par malheur, mourut aussi prématurément, enfin, et surtout, de l'aîné de tous, Guillaume Delisle (1675-1726) qui fut le premier géographe de l'Europe, et pour qui on créa, à l'Académie des Sciences, une place unique destinée à récompenser un savant qui se serait consacré spécialement à l'étude de notre globe.

Après avoir fait ses études classiques au collège Mazarin, Joseph-Nicolas Delisle s'occupa surtout d'Astronomie ; il étudia cette science avec succès. Jacques Cassini, et même son illustre père, bien âgé et privé de la vue, ne lui refusèrent pas leurs conseils. Notre astronome put se vanter d'être le dernier élève de Jean-Dominique Cassini.

Son premier observatoire fut situé dans la coupole du Luxembourg, en face de la rue de Tournon, où il avait

obtenu la permission d'habiter. Quant à ses instruments, il dut les fabriquer lui-même. C'est ainsi qu'il se construisit un quart de cercle en bois, avec lequel il observait les hauteurs correspondantes. Mais ces travaux scientifiques ne lui rapportaient rien, et, pour vivre, il lui fallait, non seulement donner des leçons de mathématiques, mais encore faire des prédictions astrologiques, car beaucoup de gens du grand monde croyaient encore à ces absurdités au commencement du XVIIIe siècle.

Dès 1714, il entra à l'Académie des Sciences en qualité d'élève. Il était en même temps professeur au Collège de France, où il avait été appelé en 1718, en remplacement de de la Hire. Néanmoins, sa situation matérielle laissait à désirer, et il aurait volontiers quitté Paris, s'il eût trouvé des avantages suffisants ailleurs. C'est ainsi qu'il ressort de ses lettres à M. de Navarre, que nous avons publiées dans les *Actes* de l'Académie de Bordeaux, qu'il serait venu volontiers s'établir dans cette dernière ville, si l'Académie avait pu lui faire une situation convenable ; en retour, il lui aurait abandonné ses instruments et ses livres, parmi lesquels il y en avait déjà de fort rares. Mais on était au lendemain de la terrible banqueroute de Law, tout le monde en souffrait et Delisle ne put obtenir ce qu'il désirait.

Dans une de ces lettres, Delisle nous apprend quel est le but de sa vie d'astronome. Il voudrait composer un grand *Traité d'Astronomie, exposée historiquement et démontrée par les observations :*

« Le point principal, suivant moi, dit-il, est de ramasser le plus qu'on peut d'observations et de les comparer avec les théories pour établir ce qui ne l'est pas, car il faut savoir que dans l'Astronomie, il y a un grand nombre

de choses qui ne sont point décidées et qui le pourroient cependant être aisément par des observations exactes faites dans des circonstances propres que celui qui aura du génie et qui sera d'un grand fond de théorie pourra imaginer. Une Astronomie ainsi démontrée par les observations seroit un ouvrage excellent. Ç'a été le but des véritables astronomes mais je ne trouve point qu'aucun ait exécuté cet ouvrage de la manière que je voudrais qu'il fût fait. »

...« Un pareil ouvrage seroit à lui seul une bibliothèque astronomique qui répandroit le goût de l'Astronomie plus qu'il ne l'est, et feroit éclorre des astronomes que la difficulté de ramasser les livres et principalement les observations manuscrites empêche de le devenir. Dans la vue d'exécuter cet ouvrage, il y a fort longtems que je ramasse tout ce que je peux d'Astronomie, tant de livres imprimés que de manuscrits et j'ai fait une assez ample collection pour me croire en état de commencer cet ouvrage dont j'ai le plan et même l'idée de l'exécution dans la tète. Il ne me manque qu'un associé. Si vous vouliez l'être, je ne croirois pas pouvoir mieux rencontrer, étant aussi ardent et laborieux que vous êtes, ayant l'esprit aussi net et l'expression aussi facile que vous l'avez, et avec tout cela, le fonds que vous avez en Géométrie, en Physique et en bien d'autres choses me donnent de grandes idées de ce que nous pourrons faire lorsque j'aurai un pareil associé. Nous nous perfectionnerions dans la haute Géométrie, ce qui manque à nos astronomes, pour entendre M. Newton, et pour porter l'Astronomie au point où elle doit aller, etc. »

Nous verrons que Delisle, bien qu'il eût amassé une collection prodigieuse de documents astronomiques en

vue de la composition de son grand ouvrage, ne put venir à bout d'écrire celui-ci, ce qui est regrettable. Bien des circonstances s'y opposèrent.

Et d'abord, le 14 février 1721, il fut invité par le czar Pierre-le-Grand à venir à Pétersbourg en qualité de membre de l'Académie et de directeur de l'observatoire.

Il partit quelques années plus tard, accompagné de son frère de la Croyère, et d'un ouvrier en instruments de mathématiques, nommé Vignon. Pendant le trajet, il détermina la position des villes où la durée de son séjour le lui permit, et noua des relations avec les astronomes allemands qu'il lui fut possible de rencontrer[1]. Il s'installa dans son nouvel observatoire le 18 octobre 1726, et y séjourna jusqu'au 29 mai 1747, jour où il repartit pour la France.

Les deux frères Delisle commencèrent par déterminer la position géographique de leur observatoire et par étudier les réfractions. Plus tard, quand on fut mieux pourvu en fait d'instruments, on observa avec la plus grande assiduité les passages et les hauteurs méridiennes de toutes les planètes et des étoiles fixes des trois premières grandeurs. La Lune fut, en particulier, un des astres suivis le plus régulièrement possible. Aucun de ses passages au méridien ne fut négligé.

D'autre part, on observa quantité d'éclipses de Soleil et de Lune, ainsi que des satellites de Jupiter et d'occultations d'étoiles par la Lune. La comparaison des résultats de ces observations, avec ceux qu'on devait à des géographes formés par Delisle, permit à celui-ci de recueillir

[1] C'est pendant ce voyage qu'il fit l'acquisition, à Dantzick, de la correspondance autographe d'Hévélius.

de précieux matériaux, dont on ne tira point tout le parti qu'on aurait pu pour perfectionner la géographie de l'empire russe.

Parmi ceux qui furent ainsi les auxiliaires de Delisle, il faut citer au premier rang son frère qui passa sept ou huit ans en Sibérie, recueillant le plus d'observations astronomiques et physiques qu'il pouvait. De la Croyère succomba aux fatigues de ses voyages et mourut en mer le 22 octobre 1741 auprès d'Awatscha, sur les bords de la mer d'Okhotok. Sa tombe a été visitée parfois par des navigateurs, notamment par La Pérouse en 1787, et par Krusenstern en 1805.

L'aîné des Delisle explora lui-même le pays russe. C'est ainsi qu'il alla observer le passage de Mercure du 2 mai 1740 à Berezov, en Sibérie, par 63°55′ de latitude. Delisle ne fut pas heureux, l'état du ciel ne lui permit pas de faire son observation, et il eut à souffrir inutilement des froids extraordinaires. Ses fatigues ne furent pas absolument perdues, et il publia, dans l'*Histoire des voyages* la description du pays qu'il avait parcouru.

Il tenta, infructueusement, de mesurer un degré du méridien en Russie ; mais, étant à peu près seul, et manquant des instruments nécessaires, il abandonna son projet après avoir mesuré une base sur la glace. D'autre part, il fit de nombreuses observations météorologiques et s'occupa beaucoup de construire des thermomètres comparables entre eux. C'est lui qui a reconnu le premier que le mercure est la substance la plus convenable à employer pour la fabrication des thermométres. De retour à Paris, dans les derniers temps de sa vie, les observations météorologiques continuèrent d'être une de ses occupations favorites.

Tout en travaillant comme observateur, Delisle ne perdait pas de vue le grand but qu'il s'était proposé dans sa jeunesse, la composition de son grand *Traité d'Astronomie*, dont le projet se trouve dans la collection de ses manuscrits que possède l'Observatoire. Ce Traité n'a été ni publié ni même achevé, mais nous savons que Delisle s'était surtout proposé pour but d'examiner les diverses théories du Soleil proposées par les principaux astronomes depuis Képler jusqu'à Mayer, en passant par Hévélius, Flamsteed, Riccioli, Cassini, etc.

Mais ses occupations d'académicien, de professeur, de directeur d'observatoire, enfin l'immensité des travaux géographiques qu'il ne put se dispenser de faire, et dont la lecture de l'opuscule que lui a consacré M. Isnard permet de se rendre compte, enfin les difficultés qu'il éprouva de la part de certains personnages haut placés, et sur lesquelles nous ne nous étendrons pas, tout cela lui rendit impossible l'exécution de l'œuvre à laquelle il avait voué sa vie. Il dut en éprouver un amer regret.

Le principal ouvrage que Delisle ait publié pendant son séjour en Russie est un volume de *Mémoires pour servir à l'histoire et au progrès de l'Astronomie, de la Géographie et de la Physique*, Pétersbourg 1738. Dans ce volume, le premier d'une série qui n'a pas été continuée, on voit les premiers résultats du voyage de Delisle de la Croyère en Sibérie, et une foule d'autres renseignements pleins d'intérêt sur ces pays qui avaient alors un si grand besoin d'être étudiés qu'on n'était pas bien éloigné de l'époque où l'on se demandait si l'Amérique et l'Asie ne se rejoignaient pas par leurs extrémités septentrionales, car Behring, qui découvrit le détroit qui sépare ces deux

parties du monde, avait été chargé par Pierre-le-Grand de l'étude de ces régions. On y trouve aussi de nombreuses observations barométriques et thermométriques, sur l'aiguille aimantée, les aurores boréales, etc.

Il eut beaucoup de peine à se faire payer ses appointements, mais enfin, il parvint à obtenir ce qui lui était dû et quitta la Russie. Arrivé à Paris le 15 septembre 1747, il reprit immédiatement ses travaux, et installa un observatoire à l'Hôtel de Cluny. Il y eut pour aide Messier, qui a découvert tant de comètes et étudié assidûment les amas d'étoiles et les nébuleuses, Delisle avait chargé son assistant de rechercher la fameuse comète de Halley, et Messier la découvrit le 21 janvier 1759. Il y avait un mois qu'un paysan saxon, nommé Palitsch, l'avait aperçue à la vue simple. Delisle, par une singularité inexplicable, ne permit à Messier de parler de sa découverte que quand d'autres l'eurent faite à leur tour.

Delisle reprit sa chaire au Collège de France, où, pendant son absence, il avait été suppléé par Pothenot, et là, il forma un élève illustre qui devait être son panégyriste, Jérôme de Lalande.

Tout sa vie, il avait eu la passion des collections, avait recherché les livres rares, acheté, à grands frais, les registres d'observations des astronomes défunts. Il céda tout cela à l'Etat[1], en échange d'une rente viagère de 8000 livres et du titre d'astronome de la Marine. Cela n'empêcha pas ses derniers jours d'être tourmentés par

[1] Les pièces formant cette collection ont été partagées, un peu arbitrairement, entre la Bibliothèque nationale, celle du Dépôt des cartes et plans de la Marine, celle de l'Observatoire, et enfin, ce qui est assez singulier, celle de la Chambre des Députés.

la misère. Comme il était extrêmement charitable, il est à croire qu'il trouva sur son chemin des misérables qui abusèrent de la bonté de son cœur, si bien que lorsqu'il mourut le 11 septembre 1768, ses amis durent se cotiser pour que ses funérailles fussent décentes.

Il a été prononcé sur Delisle deux jugements bien différents :

« On n'a de lui aucune orbite de comète, dit Delambre. Il paraît avoir eu par dessus tout le goût des manuscrits et des collections. qu'il prisait plus à raison de leur rareté que de leur mérite réel. Au reste, il n'était plus jeune. et jamais il ne paraît avoir été un calculateur bien courageux, »

Ecoutons maintenant Lalande :

« Personne n'a plus travaillé que lui sur l'histoire et toutes les parties de l'Astronomie, n'a plus contribué à ses progrès par ses recherches et sa correspondance, par les observations qu'il a faites et par les élèves qu'il a formés, parmi lesquels je désire d'être compté. J'ai toujours été surpris de la *multitude prodigieuse d'observations et de calculs* qu'il avait faits. »

Auquel croire ? Il est à souhaiter qu'un des astronomes de l'Observatoire de Paris, qui ont à leur disposition les papiers astronomiques de Delisle, veuille bien départager Lalande et Delambre. En attendant, qu'il nous soit permis de dire que ce dernier semble ne pas s'être souvenu de la multitude d'occupations dont Delisle était chargé, qu'il n'avait, pour ainsi dire, pas d'aides à Pétersbourg, ce qui ne l'empêchait pas, c'est Otto Struve qui nous l'apprend, que « ses déterminations de hauteurs méridiennes peuvent rivaliser en exactitude, au moins dans la dernière période, avec les meilleures observations

faites à la même époque dans les observatoires de Greenwich et de Paris, à juger d'après l'étude profonde que Delisle a faite de ces instruments, »

Tout cela aurait dû, croyons-nous, rendre Delambre plus indulgent, mais n'oublions pas que, d'après Biot, il manquait, « non pas de justice, mais de justesse dans la mesure des intelligences. »

CHAPITRE XIII

LA MESURE DE LA TERRE

Maupertuis, Bouguer, La Condamine. — Les trois hommes dont nous venons d'écrire les noms sont inséparables, car c'est à leurs travaux combinés que nous devons d'être fixés sur la figure réelle de notre globe.

Commençons par le premier, auquel ses démêlés avec Voltaire ont valu un renom exagéré. Pierre Moreau de Maupertuis (1698-1759) était né à Saint-Malo et entra à l'Académie en 1723, après avoir servi quelque temps comme mousquetaire ou capitaine de cavalerie. Son premier ouvrage, composé sur l'invitation de M. de Maurepas, ministre de la Marine, fut une *Astronomie nautique*, qui n'était guère à la portée des pilotes, auxquels il était destiné. Aussi ce livre n'eut-il pas de succès.

L'expédition de Laponie, pour la mesure d'un degré du méridien terrestre, est sans doute ce qui a le plus contribué à la renommée de Maupertuis. C'est lui qui détermina M. de Maurepas, homme d'Etat médiocre, mais qui, malgré son instruction superficielle, fut toujours un zélé protecteur des sciences, à ordonner les deux grandes expéditions de Laponie et du Pérou.

En juillet 1736, une commission formée de Maupertuis, Clairault, Camus et Le Monnier, tous membres de l'Académie des Sciences, et de l'abbé Outhier, corres-

pondant de la même Académie [1], arriva à Tornéa. Cette ville est à l'embouchure d'un fleuve du même nom, descendant du nord, et dont le cours s'écarte peu du méridien. Les astronomes le remontèrent en bateau, traversant d'épaisses forêts de sapins où ils étaient exposés, malgré la latitude élevée, aux piqûres d'une infinité de moustiques malfaisants. Au sommet de plusieurs montagnes se trouvant de l'un ou de l'autre côté du fleuve, ils construisirent des cônes creux avec des arbres dont on avait enlevé l'écorce. Ces cônes leur servirent de signaux. Ils mesurèrent les angles de leur suite de triangles à l'aide d'un quart de cercle de deux pieds de rayon et muni d'un micromètre, et aussi la longueur d'une base établie sur la glace, qui se trouva être de 7 406 toises et 5 pieds. Finalement, ils trouvèrent qu'entre les parallèles des stations extrêmes, Tornéa et Kittis, la distance était à 55 023,5 toises, et que la différence en latitude de ces deux localités était 0° 57′28″5, d'où il résultait 57 437 toises pour la longueur d'un degré du méridien vers 66 degrés et demi de latitude nord. Le degré de Laponie se trouvait donc surpasser le degré moyen français de 340 toises. Ce résultat fut porté à la connaissance du public en 1738, et, dès 1740, l'Académie ordonnait la révision de la mesure du méridien sur le sol français.

Pendant ce temps, sous la ligne équinoxiale, au Pérou, l'autre mission française, composée de Godin, Bouguer et La Condamine [2], avait à lutter contre des difficultés bien

[1] Le physicien Celsius fut adjoint, par le gouvernement suédois, à la Commission française.

[2] Deux lieutenants de vaisseau espagnols, jeunes hommes fort distingués, avaient été adjoints aux savants français. Ils s'appelaient Don George Juan (1713-1760) et Don Antonio de

plus grandes, tenant à la fois à la nature du pays et aux mœurs sauvages de la plupart de ses habitants ; qui, incapables de comprendre le but utile des travaux faits sous leurs yeux, les entravaient sans aucun scrupule, détruisant, par exemple, des signaux dont la construction sur des montagnes abruptes avait coûté des peines immenses, et les redétruisant après qu'on les avait rétablis.

Passons rapidement en revue les antécédents de ces trois hommes :

Godin (1704-1760) était un élève de Delisle, il fut membre de l'Académie dès 1725, et publia dans les recueils de cette société un certain nombre de mémoires, en particulier sur une aurore boréale vue en 1726, dont l'intensité [1] avait été une cause de frayeur pour beaucoup de personnes. Mais il n'a point publié d'ouvrages séparés, (sauf des livres d'enseignement) même sur la grande mission dont il fut le chef de par son ancienneté académique. Il est possible que ses papiers, conservés, dit-on, dans les archives de la Marine espagnole à Cadix, renferment des choses intéressantes sur ce sujet et sur d'autres aussi. On doit donc désirer que ces papiers soient l'objet d'une étude dont ils sont certainement

Ulloa (1716-1795). Ce dernier est célèbre pour avoir cru voir, pendant une éclipse totale de Soleil, cet astre à travers la Lune, qu'il fallait supposer percée d'un trou dont l'axe aurait rencontré la Terre au point précis où se trouvait l'observateur. C'était bien invraisemblable, et il n'y avait sans doute là qu'une illusion d'optique.

[1] Cette aurore avait été vue fort au sud, notamment à Bordeaux, et Delisle questionnait M. de Navarre à son sujet. — Elle donna à M. de Mairan l'occasion d'écrire son *Traité de l'Aurore boréale.*

dignes. Ajoutons qu'il a rédigé un grand nombre de volumes de l'*Histoire de l'Académie*. De 1730 à 1734, la *Connaissance des Temps* lui fut confiée, et il améliora grandement cette éphéméride.

Pierre Bouguer (1698-1758) était né au Croisic, où son père, auquel il succéda, était professeur d'hydrographie. Plus tard, il remplit les mêmes fonctions au Havre. Son attention fut naturellement attirée sur les questions maritimes, et, en 1727, il obtint un prix sur la question de la mâture des vaisseaux, et eut l'honneur de l'emporter sur Euler, qui, à vrai dire, n'avait que dix-neuf ans et n'avait pu, à Bâle, sa patrie, acquérir des connaissances pratiques en ces matières.

Toute sa vie, l'art nautique l'intéressa. Sur les montagnes du Pérou, il utilisa les trop nombreux loisirs que lui faisaient les mauvaises conditions atmosphériques à composer son *Traité du Navire* qu'il publia en 1746.

De même, en 1726, on le voit écrire à Maurepas une lettre où il lui demande d'obliger les pilotes à faire en mer des observations du baromètre et du thermomètre, que les professeurs d'hydrographie recueilleraient pour les transmettre au ministère de la Marine. De là à la création d'un Bureau météorologique, il n'y avait qu'un pas.

La Condamine (1701-1774) était moins théoricien que ses deux associés. C'était plutôt un amateur distingué des sciences qu'un véritable savant ; mais il avait des qualités précieuses qui contribuèrent beaucoup à la réussite de l'expédition. C'est lui qui eut la tâche de régler les rapports de la commission française avec les autorités espagnoles, rapports parfois tendus, si bien qu'il eut plusieurs procès à soutenir à propos de questions les plus diverses, notamment pour réhabiliter la mémoire d'un de

ses compagnons, le chirurgien Seniergues, qui avait été assassiné dans une rixe, et, d'autre part, à trouver, sur sa garantie personnelle, l'argent nécessaire à l'exécution des travaux confiés à la mission.

La vallée où se trouve la ville de Quito est encadrée de deux hautes chaînes de montagnes à peu près parallèles, et dont la direction générale s'écarte peu du méridien. On put donc former facilement des triangles convenables, mais la difficulté d'en mesurer les angles était immense, vu la hauteur des montagnes, constamment couvertes de neige, sur lesquelles il fallait séjourner. Aussi, l'expédition dura-t-elle dix ans.

L'arc mesuré mesurait 3° 7′ 4″, il en résulta pour la longueur du degré sous l'équateur des nombres divers [1] pour chacun des observateurs, ce qui suscita de violentes polémiques entre La Condamine et Bouguer, mais qui mettaient, le phénomène de l'aplatissement de la Terre en une évidence incontestable.

Deux bases, furent mesurées, l'une à Yarouqui, près de Quito, l'autre à l'extrémité sud de la méridienne, près de Cuença. Cette dernière ne devait servir que de vérification. Aux extrémités de la première, fondement de tout le travail, on avait bâti des pyramides de pierre, destinées à permettre la vérification de sa mesure si le besoin s'en faisait sentir plus tard, mais l'inscription gravée sur ces pyramides déplut aux autorités espagnoles, qui eurent le grand tort de les faire détruire.

Pendant ce mémorable séjour au Pérou, en dehors de l'objet principal de leur mission, les savants français étu-

[1] D'après Bouguer, cette longueur réduite au niveau de la mer est 56.731 toises 7.

dièrent beaucoup d'autres questions, en particulier celle des réfractions dans la zone torride, et La Condamine mesura la longueur du pendule battant la seconde sous l'équateur. Il proposa plus tard cette longueur comme unité de mesure.

De son côté, Bouguer, qui avait deviné que l'attraction des montagnes doit influencer la direction du fil à plomb, essaya de mesurer cette influence sur le Chimborazo. Il constata la déviation du fil, mais la trouva de moitié moindre qu'il ne l'avait calculée. Il présuma que cela tenait aux vides existant dans la montagne, mais, ne pouvant mesurer ces vides, il dut s'en tenir là.

Bouguer se hâta de revenir à Paris, il alla s'embarquer à Carthagène en descendant la rivière de la Magdeleine et retourna en Europe en passant par Mexico.

En France, il reprit ses anciennes occupations, et publia notamment son livre de la *Figure de la Terre* (1749). Quand il mourut, il laissait deux ouvrages manuscrits, que son ami La Caille se chargea de publier. L'un est son *Traité d'Optique sur la gradation de la lumière*, nouvelle édition d'un ouvrage qui avait paru en 1729 et qui avait eu un grand succès. On sait que Bouguer a été l'inventeur d'un photomètre, et aussi de l'héliomètre (qu'il appelait aussi astromètre), avec lequel, dès 1747, il avait mesuré les diamètres du Soleil et de la Lune. Dans son instrument, Bouguer employait deux objectifs de même foyer, ce qui est difficile à rencontrer ; Dollond les remplaça par les deux moitiés d'un même objectif.

L'héliomètre a été employé avec succès par les astronomes allemands, notamment par Bessel. Le seul qui existe en France est à l'observatoire de Strasbourg.

Le second ouvrage de Bouguer, dont La Caille surveilla

la publication, est un *Nouveau Traité de Navigation*, dont une première édition datait de 1753. Comme Maupertuis, Bouguer, profond géomètre, a le tort de ne pas se mettre suffisamment à la portée de ses lecteurs.

De violentes polémiques s'élevèrent entre lui et La Condamine à propos de ce qui s'était passé au Pérou. Malheureusement pour Bouguer, son adversaire sut amuser ses lecteurs, et ceux-ci n'en demandèrent pas davantage.

La Condamine revint en Europe en descendant l'Amazone en bateau.

Pendant cette navigation, qui dura du 11 mai au 29 décembre 1743, il s'efforça de déterminer la position géographique des points principaux, la vitesse des courants, la largeur des affluents, la déclinaison de l'aiguille aimantée, etc, et, de tous ces travaux, il résulta la première carte précise du cours de l'Amazone. Aussi, a-t'on appelé La Condamine le Humboldt du XVIIIe siècle.

Son *Voyage à l'Equateur* (1751), *la Relation* de son voyage de retour, qu'il lut devant l'Académie le 28 avril 1745, et qui a été plusieurs fois imprimée eurent un immense succès. Aussi, fut-il admis au nombre des Quarante, et c'est Buffon qui répondit à son discours de réception.

Mais la vie pénible qu'il avait menée pendant plusieurs années lui avait causé des maux douloureux. On prônait précisément alors un procédé nouveau pour réduire les hernies, et justement, il souffrait de cette infirmité. Il voulut se faire opérer, disant au chirurgien qu'il rendrait lui-même compte à l'Académie de l'opération[1] et de ses résultats. Mais il y survécut quelques jours seulement.

[1] Une lettre de Condorcet à Turgot nous apprend quelle était cette opération : — « Si elle eût réussi, écrit le secrétaire

En ce qui concerne Godin, il était resté en Amérique pour liquider les dépenses faites par les Français pendant leur séjour en ce pays, et il accepta une chaire à l'Université de Lima, avec le titre de « premier cosmographe de Sa Majesté catholique ». Il revint à Paris en 1751 seulement, et, ne pouvant obtenir que sa pension lui fût rendue, il alla à Cadix diriger l'Académie des gardes-marines. C'est là qu'il mourut le 11 septembre 1760 [1]. Il avait conçu le projet d'une bibliographie astronomique, mais c'était à Weidler et à Lalande qu'il était réservé de composer cet ouvrage.

Quant à Maupertuis, il avait été accueilli avec enthousiasme à son retour en France. Il fut, pendant un certain temps, l'homme à la mode. Une gravure le représenta aplatissant le globe de ses mains, et Voltaire lui adressa de vives félicitations en vers et en prose. Mais cela ne dura pas, il fut en mauvais termes avec les Cassini, envers lesquels il s'était montré très injuste, de même qu'envers les observateurs du Pérou, enfin, ce qui était plus grave, il se fâcha avec Voltaire, qui rendit la vie impossible au président de l'Académie de Berlin, car Frédéric II lui avait donné ce titre. Maupertuis mourut à Bâle, le 27 juin 1759, chez Jean Bernoulli.

perpétuel de l'Académie, La Condamine eût été le plus beau soprano du monde. »

[1] Son neveu, Godin des Odonnais, qui l'avait accompagné en Amérique, n'en revint que pauvre et infirme, après trente-six ans d'absence. Il s'était marié en Amérique, et sa femme vint le rejoindre à Cayenne, faisant un voyage terrible dont les péripéties sont racontées dans une lettre que La Condamine a reproduite dans la relation de son voyage de retour.

La Caille. — Nous arrivons à l'un des hommes qui ont le plus honoré l'astronomie française.

Nicolas-Louis de La Caille était né à Rumigny [1], en Thiérache, le 15 septembre 1713. Son père, qui portait les mêmes prénoms, après avoir servi dans l'armée, avait tenté des entreprises industrielles qui n'avaient pas réussi, et finalement, était devenu capitaine des chasses de la duchesse de Vendôme. Quand il mourut, le duc de Bourbon, qui fut premier ministre après la mort du Régent, fit obtenir à son fils une bourse au collège de Navarre où le jeune La Caille fit d'excellentes études. En particulier, il parvint à écrire en latin avec une grande pureté de style.

C'était à l'état ecclésiastique qu'il se destinait. Mais, ayant éprouvé, en passant ses examens, des difficultés de la part d'un vieux docteur en théologie attaché aux idées anciennes, il se borna au diaconat, qu'il venait de recevoir, et laissa les études théologiques de côté. Plus tard, quand il fut professeur au collège des Quatre Nations, il fut en même temps attaché, en qualité de *diacre d'office*, à la chapelle de ce collège, C'était une petite place, nous dit Delambre, qui était peu rétribuée, mais qui, du moins, ne lui prenait pas beaucoup de temps.

Un respectable prêtre, M. Léger, curé de Saint-André des Arts, le présenta aux Cassini, qui apprécièrent bien vite la haute valeur du jeune homme, et en firent leur

[1] Le village de Rumigny fait à présent partie du département des Ardennes. Dans ces dernières années, M. Fischer, professeur de zoologie à la Sorbonne, avait entrepris d'élever un monument à La Caille dans son pays natal. Les événements ont retardé la mise à exécution de ce projet : l'inauguration du monument a eu lieu le 31 juillet 1921.

auxiliaire dans leurs grands travaux géodésiques. Pendant plusieurs années, il les accompagna dans les régions les plus diverses, mesurant des angles et déterminant des différences de longitude par la méthode des signaux de feu, Il faillit même se noyer dans un torrent des Pyrénées, mais cela ne lui fit interrompre son travail que pendant le temps nécessaire pour changer d'habit. Nous avons dit que le livre de la *Méridienne vérifiée* est, en grande partie, l'œuvre de La Caille.

Pendant qu'il s'occupait ainsi, il fut nommé professeur au collège Mazarin. C'est là, que désormais, il dépensa la plus grande partie de son activité, donnant une grande partie de son temps à son enseignement, et consacrant le reste, sans perdre une minute, à la composition d'ouvrages classiques, sur lesquels nous allons revenir, ou bien à ses observations ou à ses calculs. On lui avait bâti un petit observatoire dans les greniers du collège et, de ce réduit, sont sortis des travaux qui ont fait littéralement époque dans la science.

Il ne sortait guère que pour aller une fois par semaine à l'Académie, qui siégeait alors au Louvre. Il faisait partie de ce corps savant depuis 1741. Ajoutons que la plus grande partie de ses faibles appointements était employée à éteindre les dettes de son père, et qu'il avait laissé à ses frères et sœurs l'actif de l'héritage de celui-ci.

Comme ouvrages didactiques, il a publié des *Leçons élémentaires de Mathématiques*, (1741), plusieurs fois réimprimées, que suivirent d'autres *Leçons élémentaires* consacrées à la Mécanique, à l'Optique et à l'Astronomie géométrique. Le premier de ces ouvrages est caractérisé par ce fait qu'une fois exposées les règles tout à fait élémentaires de l'Arithmétique, il passe à l'Algèbre et se sert

des notations algébriques pour exposer certaines choses fort simples, telles que l'extraction des racines, la théorie des proportions, les règles de trois, etc.

Dans ses *Leçons d Astronomie*, que Lalande a rééditées en 1780, La Caille suppose qu'une personne instruite des principes des Mathématiques, (qu'il appelle l'observateur), soit d'abord placée précisément au centre du Soleil, et que de là, elle puisse voir tout le ciel à la fois, sans que l'éclat de sa lumière ni l'étendue de sa masse y fassent aucun obstacle ; de même que, dans une belle nuit, nous en voyons la moitié et que nous en verrions le tout, si l'épaisseur de la Terre n'y faisait obstacle. — Il est clair que cet observateur distinguera bien vite les planètes des étoiles et reconnaîtra que les premières tournent autour du Soleil, vérité que les astronomes terrestres ont mis deux mille ans à découvrir.

Bref, l'Astronomie des Solariens est beaucoup plus simple que la nôtre, et c'est tout le contraire pour celle des Lunariens, Astronomie que Képler s'était amusé à composer dans son *Somnium*.

En outre de ses élèves du collège fondé par Mazarin, La Caille en eut d'autres qui se formèrent dans son observatoire. Tels furent le P. Benoît, Jésuite, qui le mit en rapport avec l'illustre P, Gaubil ; Jérôme de Lalande, déjà membre de l'Académie quand il vint lui demander ses précieuses leçons ; Bailly, que nous retrouverons bientôt ; enfin, un futur ministre de Louis XVI, le grand Turgot, vint observer à côté de La Caille le passage de Vénus du 6 juin 1761. Cette observation se fit à Carrières, auprès de Charenton.

Dans son observatoire, La Caille disposait d'un quart de cercle de trois pieds de rayon, qui lui servait à prendre

des hauteurs correspondantes, et d'une lunette méridienne. Quand il revint du Cap, il y adjoignit un sextant de six pieds, qu'il avait fait construire à ses frais pour s'en servir pendant son voyage.

Venons en à cette expédition, qui a rendu de grands services à la science, et fait beaucoup pour la gloire de La Caille [1]. Le but qu'il se proposait, en l'entreprenant, était de continuer sur les étoiles australes les études qu'il avait commencées sur les étoiles boréales ; en même temps, il voulait, conjointement avec les astronomes européens, tâcher de déterminer la parallaxe de la Lune, et, à l'occasion de l'opposition de Mars périgée et de la conjonction inférieure de Vénus, faire de nouvelles tentatives pour établir le parallaxe du Soleil. Enfin, il voulait déterminer la position géographique du Cap de Bonne-Espérance, qui a tant d'importance pour les navigateurs.

Le jeune Lalande alla s'installer à Berlin, dont le méridien diffère peu de celui du Cap, et, pourvu d'un grand quart de cercle qui appartenait à Le Monnier. il fit des observations correspondantes à celles de La Caille. Ce fut ce travail qui lui ouvrit les portes de l'Académie.

La Caille était parti le 21 novembre 1750 sur le vaisseau le *Glorieux*, commandé par un hydrographe illustre, Daprès de Mannevillette. On arriva au Cap le 19 mars 1751 seulement, parce qu'on avait été obligé de relâcher à Rio de Janeiro. Dans cette ville, La Caille fit les ob-

[1] Le P. Feuillée, de la congrégation des Minimes, avait fait le voyage des îles Canaries, en 1724, pour en déterminer la position géographique. La Caille reprit son travail et en corrigea les résultats. Peut-être l'étude du journal de Feuillée lui inspira-t-elle l'idée de son voyage au Cap.

servations nécessaires pour déterminer la longitude et la latitude, ainsi que la longueur du pendule à secondes, la déclinaison magnétique, etc. ; en mer, il s'initia à l'Astronomie nautique

Une fois arrivé à son but, il se fit construire un observatoire, et bien que le ciel fût, malgré les apparences, plutôt mauvais, il observa en 127 nuits 10035 étoiles allant de la première grandeur à la septième. Ce fut un grand service rendu à la science, et les astronomes qui ont complété les études d'Herschel sur le mouvement propre du Soleil dans l'espace ont dû recourir à ses observations.

Il forma un certain nombre de constellations nouvelles dans l'hémisphère sud, et il ne songea pas à donner à l'un de ces groupes d'étoiles un nom qui aurait pu attirer sur lui la faveur du roi Louis XV, la « Fleur de Lys », par exemple Les noms qu'il attribua à ses constellations étaient ceux de divers instruments employés dans les sciences et dans les arts, par exemple : L'Equerre de l'architecte, le Télescope, le Microscope, etc.

Un autre grand travail exécuté par La Caille pendant son séjour au Cap fut la mesure d'un arc de méridien. Jusque là, les arcs mesurés se trouvaient tous dans l'hémisphère nord, sauf celui que les académiciens français avaient mesuré au Pérou et qui s'étendait de 0°35′ nord à 3° 10′ sud. L'arc étudié par La Caille est le premier qui ait été mesuré sous une latitude méridionale assez forte, vers le 33° degré.

Il établit un réseau de quatre triangles, mesura trois fois une base longue de 6467 toises. — Cette mesure se fit dans un terrain sablonneux où l'on enfonçait jusqu'au genou. — Finalement, il se trouva que l'amplitude de

l'arc mesuré était 1° 13′ 17″ 1/3 et sa longueur 69669^{t},1 d'où il résultait pour la longueur du degré une longueur de 57036^{t},6, alors qu'en supposant les deux hémisphères identiques, en se rapportant aux mesures antérieures, on aurait dû trouver 56900 toises. Mais, selon une remarque de La Caille lui-même : « Le devoir de l'astronome est uniquement de rendre compte de ses observations, et les irrégularités de la Terre peuvent bien expliquer cette différence.

Ce travail de La Caille a été repris beaucoup plus tard par M. Maclear, directeur de l'Observatoire du Cap, devenu colonie anglaise. Vers 1840, celui-ci trouva que l'amplitude réelle de l'arc était 1° 13′ 14″, 51, tandis que sa longueur était 69594^{t},36 d'où il résultait 57011^{t},8 pour la longueur du degré. Les résultats de cette opération géodésique ont été publiés à Londres en 1866, en deux volumes in-4°.

On sait que les Anglais projettent de joindre géodésiquement le Cap à Alexandrie, ce qui fournira un arc de 66° d'amplitude, qui pourra se prolonger à travers l'Asie mineure pour aboutir en Russie au 66e degré nord. On aura ainsi un arc d'une centaine de degrés, un des plus grands qu'on puisse espérer de mesurer sur notre globe. Le travail de La Caille paraît bien modeste auprès de celui-là. Il n'en est pas moins vrai que c'est à lui que revient l'honneur de l'initiative.

Il va sans dire que ce travail géodésique, ainsi que ses observations sur les étoiles ne furent pas seules à l'occuper, et qu'il donna une notable partie de son temps aux études sur la parallaxe de la Lune, ainsi que sur Vénus et Mars. D'un autre côté, dans l'intervalle de ses principales observations, les réfractions astronomiques, l'opposition de Sa-

turne et de Mars au Soleil, les éclipses de Lune et les occultations des étoiles, les observations des phénomènes météorologiques et magnétiques, la détermination de la longueur du pendule, l'étude des marées, la construction d'une carte du pays l'occupaient tour à tour. Et comme auxiliaire, il n'avait qu'un jeune ouvrier, nommé Rétail, qu'il avait emmené pour réparer, au besoin, ses instruments. Dans le pays, il ne pouvait trouver que des manœuvres.

Enfin, en plus de tous ces travaux, qui étaient inscrits dans son programme primitif, il se vit chargé par le gouvernement d'aller lever la carte des îles de France et de Bourbon, et, malgré ce surcroît de labeur qui aurait bien mérité une gratification spéciale, son premier soin, dès qu'il fut retourné à Paris, fut de reporter au Trésor une somme de 855 livres 15 sous, qu'il avait économisée sur les 10 000 qui lui avaient été allouées pour ses frais de voyage. On dit même qu'il eut quelque peine à faire accepter cet argent par les employés des finances, car il n'y avait aucun précédent.

Tout en reprenant ses occupations ordinaires, il tira parti des riches matériaux qu'il avait amassés en Afrique.

En 1757, il publia ses *Astronomiæ Fundamenta*, où l'on trouve les observations de 397 étoiles, choisies parmi les plus brillantes des deux hémisphères, et 150 observations du Soleil d'autant plus précieuses qu'il n'en avait pas encore été publié d'aussi précises, car les premières sont antérieures de huit ou dix ans à l'entrée de Bradley à l'observatoire de Greenwich. On trouve en outre dans ce livre des Tables calculées avec beaucoup de soin et permettant de déterminer les mouvements propres des étoiles,

ainsi que ses recherches sur les réfractions et l'obliquité de l'écliptique.

En 1758, il publia ses *Tabulæ solares*, dont M. Biot, qui écrivait en 1845, a dit qu'on avait pu à peine les améliorer. Malheureusement pour l'auteur, l'illustre astronome allemand Mayer réédita cette œuvre en ne lui faisant subir que de très légers changements, et il y joignit ses Tables de la Lune, très parfaites, et on prit l'habitude d'attribuer le travail de La Caille à Mayer, sans que celui-ci y fût pour rien.

Ces Tables solaires étaient la refonte d'un ancien travail de La Caille, où il avait fait usage des observations faites par Régiomontanus et son disciple Waltherus à Nuremberg, vers 1475. On connut ainsi l'obliquité moyenne de l'écliptique vers la fin du xve siècle, la comparaison des observations anciennes et modernes fit connaître le mouvement de l'apogée, la longueur de l'année, etc...

Un autre grand ouvrage dont La Caille s'occupait quand il mourut est le *Cœlum australe stelliferum*, qui parut en 1763 par les soins de Maraldi, ami intime du défunt. On trouve là le détail des 10035 étoiles observées par zones pendant le séjour au Cap. Chaque page d'observations est accompagnée de Tables de réductions permettant de conclure facilement l'ascension droite et la déclinaison de l'une quelconque de ces étoiles pour le commencement de l'année 1750. La Caille a fait cette réduction pour 1942 étoiles qu'il a jugées sans doute plus importantes que les autres et dont il a formé le *Stellarum australium catalogus*. A ce catalogue est joint un planisphère représentant les constellations de l'hémisphère sud. Une peinture circulaire, d'environ deux mètres de dia-

mètre, qui se trouve à l'Observatoire de Paris, est la reproduction en grand de ce planisphère.

L'auteur, à n'en pas douter, aurait voulu donner toutes ses étoiles sous forme de catalogue, mais le temps lui manqua. S'il avait eu des ressources pécuniaires suffisantes pour pouvoir publier ses *Astronomiæ Fundamenta* autrement qu'en calculant dix années d'éphémérides au profit d'un libraire qui voulut bien se charger de cette publication, qui fut faite à un très petit nombre d'exemplaires, assurément La Caille aurait donné cet emploi fructueux au temps qu'il perdit à ces calculs. C'est l'Association britannique pour l'avancement des sciences, aidée par le gouvernement anglais, qui, en 1845, publia les catalogues tirés des observations de La Caille et de Lalande. Cette publication coûta 1700 livres sterling.

Dans les derniers temps de sa vie, La Caille s'occupait de construire un catalogue d'étoiles zodiacales, que Bailly publia après la mort de son maître, et qui contient 515 étoiles. Par malheur, Bailly était un calculateur assez peu sûr et un certain nombre d'erreurs déparent ce catalogue.

La Caille tomba malade vers la fin du mois de février 1762. Son assiduité au travail, qui lui faisait passer les nuits couché sur le pavé froid de son observatoire lui amena « une courbature, une plénitude, un rhumatisme dans les reins, un saignement de nez et des marques d'indigestion. » Atteint d'une indisposition analogue au Cap, il s'était guéri par un régime rigoureux, mais, à Paris, on lui imposa un traitement différent, et l'infortuné savant succomba le 21 mars 1762 à l'âge de quarante neuf ans. Il fut enterré dans la chapelle du collège Mazarin, et, selon toute apparence, ses restes mortels sont encore sous le

pavé de cette chapelle qui est devenue la salle des séances solennelles de l'Institut. Il ne pouvait rêver une sépulture plus glorieuse !

Quel qu'ait été le mérite des Cassini, et ils en avaient beaucoup, on ne peut s'empêcher de s'associer au regret qu'a exprimé M. Biot, quand il a écrit :

« Quel éclat aurait jeté l'astronomie observatrice en France, quelle hauteur aurait-elle pu atteindre, dès ce temps-là même, si un tel homme avait succédé à Picard et à Rœmer, dans un observatoire vraiment royal, créé avec l'intelligence de la science, disposé pour ses besoins et pourvu des instruments propres à l'avancer ! On peut dire, sans jactance, que cela seul a manqué à notre patrie pour qu'elle tînt le premier rang dans cet ordre de travaux [1] ».

Le Monnier. — Pierre Charles Le Monnier [2] (1715-1799) était fils d'un professeur au collège d'Harcourt qui

[1] Un grand travail de La Caille dont nous n'avons pas parlé, c'est le calcul de toutes les éclipses de Lune et de Soleil depuis l'ère chrétienne jusqu'à l'année 1800. C'est pour être utile aux Bénédictins, qui s'occupaient de composer l'*Art de vérifier les dates*, qu'il fit ces calculs, qui lui prirent cinq semaines de son temps à quinze heures de travail par jour.

D'autres œuvres étaient projetées, notamment des *Leçons élémentaires de Navigation*, et une *Histoire de l'Astronomie*. Enfin, il devait concourir à la composition d'un *Traité historique* sur l'ancienne Navigation des Français. Nous ne savons quels devaient être ces collaborateurs pour ce dernier ouvrage.

[2] Un frère de l'astronome ayant pour prénoms Louis-Guillaume, docteur en médecine et physicien distingué, s'occupa beaucoup d'électricité. Pendant que Cassini III et La Caille faisaient leur vérification de la méridienne de France, il

s'occupait d'Astronomie à l'occasion. Il fut, en France, le principal propagateur des méthodes anglaises et a donné, sous le titre d'*Institutions Astronomiques* (1746), une traduction de l'ouvrage de Keill [1] intitulé *An introduction to the true Astronomy*, qui avait paru en 1739. (Il y avait eu des éditions antérieures, en anglais et en latin).

C'est Le Monnier qui fit construire le grand gnomon que l'on voit dans l'église Saint-Sulpice de Paris. Ce gnomon date de 1744, et son auteur y a observé un certain nombre de solstices d'hiver ou d'été.

Halley avait proposé d'observer la Lune pendant une période de 18 ans, supposant qu'au bout de ce temps les erreurs des Tables seraient les mêmes et pourraient être facilement corrigées d'après les observations antérieures. Le Monnier se donne la peine de refaire ce travail, et, pendant qu'il était sous le cercle polaire, occupé à la mesure du méridien, il remplaça les observations qu'il n'avait pu faire, par celles de Cassini.

Pendant ce voyage scientifique, il étudia la question des réfractions, qui l'occupa beaucoup toute sa vie. Il trouva que dans ce climat, si différent du nôtre, les réfractions étaient les mêmes qu'à Paris.

Le Monnier sut s'attirer la faveur de Louis XV, qui

les accompagnait en qualité de naturaliste, et ses observations sur la botanique, la minéralogie. la hauteur du baromètre sur les montagnes d'Auvergne, etc., ont été publiées à la fin du livre de la *Méridienne vérifiée* Comme son frère, L. G. Le Monnier, fit partie de l'Académie des Sciences.

[1] John Keill (1671-1721), fut un des premiers disciples de Newton, et un de ceux qui le soutinrent avec le plus d'ardeur dans sa lutte contre Leibnitz. Il a publié une *Introduction à la Physique.*

portait quelque intérêt à l'Astronomie et la Géographie. Aussi, eut-il ce bonheur d'être mieux pourvu en fait d'instruments que la plupart des autres astronomes français contemporains. Dès 1743, il eut un mural de cinq pieds de rayon, et plus tard (1752) un de huit, l'un et l'autre provenant des ateliers du célèbre constructeur anglais Bird. Il disposa ces deux instruments à côté l'un de l'autre, le plus grand étant fixé à un mur placé dans le méridien et l'autre étant attaché à une énorme plaque de marbre dont les trois dimensions étaient huit pieds, six pieds et quinze pouces. Cette plaque pouvait tourner sur un boulet de canon placé au-dessous d'elle, en sorte que le mural de cinq pieds pouvait être tourné indifféremment vers le nord ou vers le sud. On avait ainsi un moyen facile de vérifier la position du grand mural par rapport au méridien. C'est à Le Monnier qu'on doit d'avoir introduit en France la lunette méridienne. Dès 1738, il en possédait une qui avait été fabriquée à Londres.

Ses observatoires furent différents. Il travailla au collège d'Harcourt, rue des Postes, ainsi qu'à l'Observatoire royal, mais surtout au couvent des Capucins de la rue Saint-Honoré, dans les environs de la rue Cambon actuelle. C'est dans le jardin de ce couvent qu'était son observatoire, et il logeait tout à côté.

Il était professeur de Physique au Collège de France, et là, aussi bien que dans ses observatoires, il a formé un grand nombre d'élèves, parmi lesquels on peut nommer l'abbé Outhier, qui fut son compagnon de voyage en Laponie, le P. Chrysologue de Gy[1] un médecin, nommé

[1] De son vrai nom, Noé André. — Est auteur de planisphères célestes projetés sur le plan de l'équateur, où il ne mit pas,

Simon, qui alla faire des observations en Asie et finit par embrasser le mahométisme, deux officiers de vaisseau (Le Monnier eut le titre d'astronome de la Marine, sans doute après la mort de Delisle), MM. Bory et de Chabert[1], enfin, nous ne devons pas oublier de mentionner le plus célèbre de tous, Jérôme de Lalande.

Le Monnier était doué d'un caractère irascible et rancunier[2], Lalande était taquin et hargneux. Il n'est donc pas étonnant que le maître ait fini par fermer sa porte à son disciple, et il lui tint rigueur pendant dix-huit ans, ou, pour parler, comme Lalande, le langage de l'Astronomie, « pendant une révolution entière des nœuds de la Lune ». Cependant Lalande, quand il avait montré à Le Monnier, en pleine séance académique, qu'il avait commis quelque erreur, ne manquait pas ensuite de chercher le moyen de l'apaiser, mais c'était en vain. Le Monnier vi-

pour obéir à son maître les constellations créées par La Caille (1728-?)

[1] Gabriel Bory (1720-1801), membre de l'Académie des Sciences, a été le premier à introduire les instruments à réflexion dans la Marine française, et détermina la position géographique d'un certain nombre de points importants pour la navigation. Il fut un des fondateurs de l'Académie de Marine et chargé du gouvernement de Saint-Domingue.

Joseph-Bernard de Chabert (1723-1805), s'occupa beaucoup d'hydrographie et rectifia notamment les cartes de la Méditerranée. Pendant la Révolution, Chabert émigra en Angleterre, où Maskelyne lui donna une généreuse hospitalité. Après son retour en France, il devint aveugle, ce qui ne l'empêcha pas de continuer ses travaux. Il appartenait à l'Académie des Sciences et au Bureau des Longitudes. — Sa mort arriva le jour même de la bataille d'Austerlitz.

[2] Le Monnier vécut en mauvais termes avec La Caille, et les premiers torts étaient de son côté.

vait encore quand il lui consacra une notice où il lui donne des louanges peut-être exagérées, notice qui se retrouve dans la *Bibliographie astronomique*.

Comme la plupart des astronomes français du XVIIIe siècle, Le Monnier a beaucoup travaillé pour les navigateurs. Dans le but de leur être utile, il a publié un *Nouveau Zodiaque*, (1755), et, d'autre part, des *Observations de la Lune, du Soleil et des étoiles fixes, pour servir à la Physique céleste et à la Navigation*, in-fol. 1751. On y trouve une suite de 223 lunaisons, qu'il publie dans le but de prédire, à une minute près, l'erreur des Tables lunaires à l'avenir, mais il ne semble pas avoir atteint son but. On lui doit encore une *Astronomie nautique lunaire*, 1771. L'année suivante, il publia un ouvrage élémentaire à l'usage des marins.

Plus tard, il donna séparément un certain nombre de mémoires qu'il avait fait paraître dans le recueil de l'Académie. Il en résulta quatre volumes, qui parurent en 1781, 1784, 1786 et 1788.

Ce laborieux astronome a laissé une foule d'observations manuscrites. Il aurait dû tâcher de profiter de la faveur royale pour obtenir les moyens de les faire réduire et publier. De ce qu'il ne l'a pas fait, il résulte qu'il a manqué une découverte très importante, celle de la planète Uranus, dont on a trouvé douze observations dans ses manuscrits. Le mouvement propre de cet astre lui eût sauté aux yeux, s'il eût réduit ses observations journellement.

Le dernier ouvrage de Le Monnier que nous mentionnerons est son livre intitulé *Loix du Magnétisme*, dont les deux parties parurent en 1776 et 1778. Là encore, il marchait sur la trace des Anglais, et il travaillait dans l'intérêt des marins.

Rappelons enfin qu'il avait tenté de donner une *Histoire céleste*, où l'on aurait trouvé toutes les observations faites en France depuis 1666. Il n'en a paru qu'un volume, qui ne pouvait avoir une grande utilité.

Le Monnier mourut en Normandie, pays dont sa famille était originaire, le 31 mai 1799. Il était âgé de 84 ans, et ses observations s'étaient prolongées jusqu'au mois d'octobre 1791.

Mayer. — Tobias Mayer (1723-1762) fut la gloire de l'Astronomie allemande au XVIIIe siècle. Sans fortune et réduit à donner des leçons de Mathématiques pour vivre, il ne négligea pas pour cela son instruction personnelle, et s'avança si loin dans la science, qu'à l'âge de vingt trois ans, on le voit au nombre des fondateurs de la Société cosmographique de Nuremberg, à laquelle il donna plusieurs mémoires, et notamment ses travaux sur la libration de la Lune. Notre satellite l'occupa beaucoup, en effet, à tous les points de vue. Il en dessina les objets remarquables, non sur un plan, mais sur un globe, les plaçant d'après leurs longitudes et leurs latitudes. La projection stéréographique de ce globe sur un plan donna une carte de la Lune. C'est dans le mémoire de Mayer sur la libration qu'on trouve le premier exemple des équations de condition qui entrent dans l'expression analytique de la longitude et de la latitude d'une planète quelconque.

En 1751, Mayer, âgé de vingt-huit ans, fut appelé à Gœttingue où un observatoire fut fondé pour lui. Le Hanovre avait alors pour souverain le roi d'Angleterre, qui dota généreusement cet observatoire et lui donna en particulier un grand quart de cercle mural de six pieds de rayon. La Grande-Bretagne n'eut qu'à s'en applaudir, car des travaux

de l'astronome allemand, il résulta des Tables de la Lune qui rendirent les plus grands services aux navigateurs.

Mayer, grand théoricien, était en même temps un praticien hors de pair. Il donna tous ses soins à l'étude de ses instruments. Il a donné, pour réduire les observations méridiennes, une formule qui a été longtemps classique, et que Bessel a remplacée par une autre qui n'en est que la transformation.

Disposant de précieux moyens de travail, surveillant avec le soin le plus attentif toutes les causes d'erreurs qui pouvaient entacher les résultats de ses observations, Mayer donna des Tables du Soleil qui ont été imprimées à Londres, huit ans seulement après sa mort. Nous avons dit que le public avait été disposé à les trouver supérieures à celles de La Caille, mais voici avec quelle loyauté Mayer jugeait l'œuvre de son grand émule :

« En les composant, (ces Tables) j'avais sous les yeux celles que le célèbre La Caille a publiées en 1758, et dont il a eu la bonté de m'envoyer un exemplaire. Je vis bientôt qu'il fallait y apporter peu de changements pour les faire accorder avec les observations que j'ai commencées en 1756. Je n'ai donc pas eu l'intention de donner précisément de nouvelles Tables, mais seulement de marcher sur les traces de ce grand astronome, et de faire à ses Tables les changements légers que paraissent demander mes propres observations. »

Dans la réalité, selon Delambre, les Tables solaires de Mayer ne valaient pas celles de La Caille ; à l'époque où elles ont paru, la différence était encore faible, mais elle aurait été sans cesse en augmentant.

Par contre, Les Tables de la Lune étaient fort supérieures à toutes celles qui avaient paru jusqu'alors. Ceux

de ses contemporains qui avaient travaillé sur le même sujet. Euler, Clairault et d'Alembert étaient de purs mathématiciens qui consultaient peu les observations, et n'arrivaient qu'imparfaitement à les représenter. Mayer, lui, déterminait par les observations les coefficients numériques. Aussi, tandis que pour les Tables de Newton et de Halley, les meilleures qu'on eût jusqu'alors, les erreurs pouvaient atteindre sept ou huit minutes, celles de Mayer n'étaient pas en erreur de deux. Ces Tables avaient été publiées en 1753 par la Société Royale de Goettingue, et leur auteur les envoya au concours ouvert à Londres pour la solution du problème des longitudes. Il y avait 20 000 livres sterling à gagner si l'on donnait le moyen d'avoir la longitude en mer à un demi degré près, et si on n'atteignait pas ce degré de précision, la récompense pouvait s'abaisser à 15 000 ou 10 000 livres, selon les circonstances. Le jugement n'était pas rendu quand Mayer mourut, le 20 février 1762. Il avait laissé deux exemplaires de ses Tables, sur lesquels il avait indiqué les corrections dont elles avaient besoin. Quand le Bureau des Longitudes de Londres en eût fait l'examen, une somme totale de 5000 livres sterling fut accordée aux héritiers de Mayer. Euler, qui avait fourni à ce dernier des théorèmes qui lui avaient été utiles, reçut en même temps une gratification de 300 livres.

Les Tables de Mayer ne tardèrent pas à être utilisées par les rédacteurs de la *Connaissance des Temps* et du *Nautical Almanac*. Plus tard, un astronome de Greenwich, Charles Mason[1], leur donna un plus haut degré

[1] Charles Mason (1735 ?-1787), né en Pennsylvanie, fit d'abord des travaux géodésiques dans l'Amérique du Nord, plus tard, il fut un des aides de Maskelyne.

de perfection. Le *Nautical Almanac* les a utilisées jusqu'en 1860. Alors, les Tables de Hansen les remplacèrent.

Une invention de Mayer, qui a rendu beaucoup de services, est celle du cercle de réflexion, que Borda a grandement perfectionné. Il n'avait pu faire exécuter cet instrument, mais il en avait envoyé le dessin à Londres[1], en même temps que sa méthode pour les longitudes. Il fournissait donc le moyen de multiplier les angles à volonté pour détruire les effets des erreurs de division. Mais c'est Borda (1732-1799), qui fit exécuter cet instrument, qui l'expérimenta en mer, et le fit connaître aux navigateurs. Il fit plus, il le transforma de telle sorte que ce cercle pût servir aussi bien dans les opérations géodésiques que dans la navigation. Le nom de l'officier de marine français, aussi bien que celui de l'astronome de Goettingue, ont donc un droit égal à être attachés à cet appareil, qui a rendu d'immenses services, mais qui est abandonné maintenant, au moins quand il s'agit de triangulations, car on a remplacé la méthode de *répétition* de Mayer et Borda par celle dite de *réitération*, due à Bessel.

C'est pendant le court espace de six ans que Mayer dirigea l'observatoire de Goettingue et l'illustra par tous ces travaux. Ses forces s'y épuisèrent. Une maladie de langueur l'atteignit, et il mourut à l'âge de trente-neuf ans. Comme La Caille, c'était son assiduité au travail qui l'avait tué[2]. Il laissait plusieurs enfants ; l'un de ses fils,

[1] Mayer était un très habile dessinateur.

[2] Cette même année 1762, qui vit aussi mourir Bradley et La Caille, fut vraiment désastreuse pour l'Astronomie.

qui portait aussi le prénom de Tobias, fut professeur de Mathématiques et de Physique à Erlangen et à Goettingue ; il vécut jusqu'en 1830.

Son successeur, Lichtenberg, (1744-1799), plus connu comme physicien que comme astronome, voulut donner une édition complète de ses œuvres, mais, il dut se borner au premier volume, qui eut trop peu de succès pour qu'on tentât de publier le second. Les observations de Mayer n'ont jamais été publiées, mais M. Auwers en a tiré un catalogue comprenant 1027 étoiles ramenées à l'équinoxe de 1755, qui a paru en 1894.

Cassini IV. — Jean Dominique, comte de Cassini, fils de Cassini III, naquit à l'Observatoire de Paris le 30 juin 1748 Il mourut à Thury le 18 octobre 1845, âgé de quatre-vingt-dix-sept ans. C'est grand dommage que les événements politiques aient brisé sa vie quand il n'était pas encore au milieu de sa carrière presque séculaire, car il avait au plus haut degré, semble-t'il, les qualités nécessaires au directeur d'un grand observatoire.

Après avoir fait de bonnes études au collège de Juilly, dirigé par les Oratoriens, il étudia des choses qui n'y étaient pas enseignées, notamment les hautes Mathématiques, et se perfectionna dans la pratique du dessin et de la peinture. Mais, suivant la tradition de ses pères, il ne tarda pas à se consacrer surtout aux études astronomiques et fut chargé, en 1768, d'une mission lointaine pendant laquelle il devait étudier la marche des montres marines. La frégate l'*Enjouée*, commandée par M. de Tronjoly, le conduisit d'abord en Amérique, et il fit un séjour de quelque durée à Saint-Pierre et Miquelon, dont il détermina la position géographique, puis de là, sur les

côtes d'Afrique, au Maroc. La marche des montres de Leroy fut très satisfaisante pendant ce long voyage, dont le jeune Cassini publia la relation en 1770[1]. Vers la même époque, il s'occupa beaucoup de la comète de 1769, qui était venue, comme Messier le découvrit plus tard, annoncer au monde la naissance de Napoléon.

Nous avons dit que l'Observatoire, dans son organisation primitive, n'avait pas de directeur, et nous avons fait voir les inconvénients qui en résultaient. En 1771, les choses changèrent ; un directeur fut mis à la tête de l'établissement, et ce fut Cassini III, dont le brevet spécifia que son fils aurait la survivance de cette nouvelle fonction. C'est vers cette époque que ce dernier entra à l'Académie.

Une entreprise de Cassini IV, qui aurait été des plus utiles, si elle avait pu être menée à bonne fin, fut de publier une *Histoire céleste de l'Observatoire de Paris*, ouvrage immense dans lequel il aurait publié toutes les observations, corrigées des erreurs instrumentales, de la réfraction atmosphérique, etc., faites dans cet établissement depuis 1671 ; Il partageait ces observations en deux catégories. selon qu'elles étaient ou non antérieures à l'installation, faite en 1732, du grand quart de cercle mural de Langlois dans les cabinets d'observation. Le 10 mai 1774, Cassini présenta à l'Académie le prospectus de son travail, et il y joignit le manuscrit comprenant les observations des douze premières années.

L'Observatoire tombait en ruines. Des fentes s'étaient

[1] Plus tard, il publia la relation du voyage de l'abbé Chappe en Californie. Peu s'en fallut qu'il n'accompagnât Bougainville au pôle nord, mais ce voyage demeura à l'état de projet.

produites dans la plate-forme qui recouvre l'édifice, et les eaux pluviales agrandissaient constamment le mal. Déjà, à certaines saisons, il était dangereux de pénétrer dans la salle du second étage, des pierres se détachant parfois de la voûte. Les cabinets d'observation, bâtis aux frais de l'Académie à côté de la tour orientale, laissaient aussi fort à désirer, et leur reconstruction était nécessaire.

En 1777, Cassini IV, qui, dès cette époque, était le véritable directeur de l'Observatoire, vu le mauvais état de la santé de son père, obtint qu'on fît cette reconstruction, et il eut sur un petit espace, un observatoire bâti tout-à-fait selon ses vœux. La réparation du grand bâtiment ne tarda pas à lui être accordée également. On construisit un système de voûtes superposées, et au-dessus de ces voûtes, il n'y eut plus une plate-forme à peu près horizontale, mais les voûtes supérieures eurent à supporter de larges dalles de pierre se recouvrant les unes les autres en sorte que, désormais, l'écoulement de l'eau tombée du ciel devait être rapide et la détérioration de l'édifice impossible.

Grâce à cette restauration, due aux réclamations des Cassini et à la bonne volonté de l'administration des bâtiments du roi, la grande salle du second étage, dont l'aspect est si imposant, et le merveilleux escalier de Perrault ont été conservés, et sont encore admirés par tous ceux qui ont l'occasion de les voir.

Mais s'il importait que le bâtiment fût restauré et qu'on publiât les travaux qui y avaient été faits jadis, une chose encore plus nécessaire était de le pourvoir d'instruments modernes et de mettre ceux-ci entre les mains d'astronomes habiles et soumis à une règle, ce qui avait trop fait défaut dans le passé. Successivement Cassini obtint

l'autorisation de commander des instruments au célèbre Ramsden [1], la création de trois places d'élèves astronomes placés sous sa direction personnelle et astreints à faire, à des jours réglés d'avance, toutes les observations permises par l'état du ciel. Toutes les observations faites dans le courant d'une année devaient être réduites et publiées dans les six premiers mois de l'année qui suivrait. Enfin, le directeur de l'Observatoire obtint du gouvernement qu'il donnerait à deux jeunes ouvriers français le moyen d'aller se perfectionner à Londres dans l'art de construire les instruments scientifiques, en travaillant sous la direction des grands maîtres, tels que Ramsden.

D'un autre côté, il établit, à l'Observatoire même, un atelier où l'on entreprit de construire des instruments qu'on ne pouvait encore commander aux industriels français, vu l'insuffisance de leur outillage On fondit une grande roue de cuivre, de cinq pieds de rayon, qui, avec le temps, est devenue le cercle de Fortin. La réussite de ce grand travail était un encouragement pour entreprendre la fonte d'un grand quart de cercle qui devait avoir sept pieds et demi de rayon. Cette entreprise ne fut pas exécutée, mais on fondit, avec succès, un autre quart de cercle de 22 pouces de rayon, réduction au quart, ou à peu près, du grand instrument projeté. On peut voir d'intéressants détails sur cet atelier et les travaux qu'on y fit dans les *Mémoires* de Cassini IV, que nous avons déjà cités.

[1] Jessé Ramsden (1730-1800) a laissé la renommée d'un constructeur sans rival. — On lui doit, entre autres œuvres, le grand cercle que Piazzi utilisa à l'observatoire de Palerme, une machine à diviser dont la description a été traduite en français par Lalande, etc.

Tout allait donc bien ; Ramsden, il est vrai, ne livrait pas la lunette méridienne demandée [1] ; mais on travaillait à l'Observatoire, et l'*Histoire céleste* de chaque année, de 1785 à 1791, fut régulièrement publiée à l'époque prévue. En même temps, Cassini ne perdait pas de vue son grand travail rétrospectif ; il calcula les observations faites de 1777 à 1782, et mit sous les yeux de l'Académie le fruit de son labeur.

La Révolution vint troubler tout cela. Le désordre s'introduisit à l'Observatoire. Le catholique Cassini eut d'abord le chagrin de voir le premier de ses élèves abjurer la prêtrise et se marier [2].

De plus, les deux autres élèves, Ruelle, ancien déserteur d'un régiment de dragons, que Cassini avait sauvé du gibet, et Perny de Villeneuve, petit gentillâtre entiché de sa noblesse, plus ou moins authentique, se conduisirent de la façon la plus odieuse envers leur directeur. Si celui-ci évita l'échafaud, ce ne fut pas leur faute.

La Convention ayant réformé l'organisation de l'Observatoire et décidé que Cassini et ses élèves dirigeraient cet établissement à tour de rôle, le directeur donna sa démission le 6 septembre 1793, jour d'une éclipse de Soleil, que les représentants Grégoire et Arbogast étaient venus voir à l'Observatoire.

Cassini ne tarda pas à être emprisonné. Sa détention

[1] Elle ne fut livrée qu'après la mort du constructeur, arrivée le 5 novembre 1800. Elle avait été achevée par Berger, le meilleur ouvrier de Ramsden. Dès 1789, elle était en grande partie payée.

[2] C'était Dom Nouet, (1740-1811) religieux de l'ordre de Citeaux. — Il devint plus tard ingénieur géographe et prit, à ce titre, part à la campagne d'Egypte.

dura près de six mois ; une de ses proches parentes, Mlle de Forceville, fut guillotinée. Qu'on ajoute à toutes ces émotions les ennuis que lui avait valus la confiscation de la carte de France, on comprendra qu'il se soit senti brisé et qu'il ait considéré sa carrière scientifique comme terminée. Il se retira à Thury et y vécut, désormais presque uniquement occupé d'œuvres de charité et de dévotion. Il publia toutefois en 1810 un volume de *Mémoires sur l'Observatoire de Paris* où il a raconté ses efforts pour sauver ce grand établissement de la ruine. Il écrivit aussi, dans sa retraite, un ouvrage considérable, les *Fastes de l'Astronomie*, dont le manuscrit existe à l'Observatoire.

Son fils, Henri de Cassini, n'ayant pu suivre la tradition de ses pères et devenir astronome ou géographe, était entré dans la magistrature. Il était membre de la Cour de Cassation depuis peu quand le choléra l'enleva le 16 avril 1832. Il en fut la première victime.

CHAPITRE XIV

LES SUCCESSEURS DE NEWTON

Le génie de Newton n'a jamais été contesté, et, dès qu'il eût produit ses premiers travaux, ses contemporains reconnurent en lui une intelligence sans égale. Toutefois, il n'en résulte pas que ses théories, notamment celles qui concernent le Système du monde, aient été acceptées d'emblée et sans contestation. Il fallut, pour cela, attendre que la génération qui avait fait l'effort d'adopter les idées de Descartes fût descendue dans la tombe. Des hommes tels que Fontenelle (1657-1757) et Jean Bernoulli (1667-1748) tinrent à l'honneur de rester cartésiens jusqu'au bout, et ce ne fut pas pour le dernier, dont le caractère irritable est resté légendaire, une petite tribulation que de voir son fils Daniel (1700-1782) passer avec armes et bagages sous le drapeau ennemi. Peu à peu, les cartésiens devinrent rares dans les Académies, par contre, dans les collèges, les doctrines de Descartes continuèrent d'être enseignées presque jusqu'à la veille de la Révolution. L'abbé Sigorgne (1719-1809) professeur au collège du Plessis et plus tard vicaire général de Mâcon, fut un des premiers a adopter les idées nouvelles. Ses *Institutions newtoniennes*, publiées pour la première fois en 1747, ont eu plusieurs éditions, mais ce livre n'eut pas grande influence dans le monde universitaire.

Les choses ne se passèrent pas de la même façon dans les Académies. A Paris, notamment, les railleries que Maupertuis ne ménageait pas aux vieux partisans de Des-

cartes, firent beaucoup de partisans à Newton parmi les jeunes gens qui s'occupaient de hautes études scientifiques. D'autre part, c'est vers le commencement du XVIIIe siècle que l'on adopta franchement ce qu'on appelait alors le *calcul de l'infini*, en préférant toutefois, sauf en Angleterre[1], les notations de Leibnitz à celles de Newton. Les géomètres d'alors renoncèrent à traiter, à l'instar des Anciens, comme l'avait fait Newton lui-même, les problèmes dont ils s'occupaient, par des méthodes purement géométriques,

Les principaux de ces géomètres sont Euler (1707-1783), Clairault (1713-1765) d'Alembert (1717-1783), Lagrange (1736-1813) et Laplace (1749-1827).

Le premier, natif de Bâle, fut académicien à Pétersbourg, puis à Berlin et finalement retourna finir sa carrière dans la première de ces villes, bien que le climat russe fût contraire à sa santé. Son premier séjour en Russie lui avait valu la perte d'un œil, quand il y fut revenu, il ne tarda pas à être atteint d'une cécité à peu près complète, mais il ne semble pas que son activité en ait souffert, car l'édition complète de ses œuvres, qui a été entreprise dans ces dernières années, doit comprendre quarante six volumes in-4°, alors que celles de Cauchy n'en formeront que vingt-six.

Ce n'est pas ici le lieu d'analyser en détail les travaux, même uniquement astronomiques, de ce grand homme. Il est un des premiers à s'être occupé du problème des trois corps, toutefois, c'est Clairault qui, ayant donné une solution de ce fameux problème, l'appliqua à la théorie de

[1] Cet état de choses a persisté jusque dans les premières années du siècle dernier.

la Lune, et n'ayant pas assez développé son calcul, crut devoir mettre en doute le principe de la gravitation universelle, mais ne tarda pas à reconnaître qu'il n'avait pas poussé l'approximation assez loin.

La Lune a beaucoup occupé Euler, qui, à deux reprises différentes, en 1753 et en 1772, a consacré deux ouvrages différents à sa théorie. D'autre part, redescendant sur notre Terre, c'est lui qui a démontré que si l'on suppose que notre globe est absolument rigide, l'axe de rotation ne doit pas coïncider avec le petit axe de l'ellipsoïde de révolution que forme sa surface, mais doit décrire autour de ce dernier un cône circulaire en 305 jours sidéraux. C'est donc lui qui a attiré l'attention sur ce fait que les latitudes peuvent n'être pas absolument fixes, phénomène dont l'étude est à l'ordre du jour.

Sur les théories des planètes, Euler a été beaucoup au delà de ce qu'avaient fait les Bernoulli, notamment en ce qui concerne le problème des perturbations planétaires. Il étudia par exemple, en 1748, l'action réciproque de Jupiter et de Saturne, et s'il n'alla pas jusqu'au bout de la solution, montra du moins la route qui devait y conduire.

Enfin, rappelons que les travaux théoriques d'Euler ont été utiles aux opticiens et ont contribué au perfectionnement des lunettes.

Alexis Clairault, fils d'un professeur de Mathématiques de Paris, qui avait dix-huit enfants et avait su remarquablement les élever (un des frères d'Alexis avait fait des études non moins brillantes que les siennes, et, par malheur, mourut tout jeune), était un véritable enfant prodige. A dix-huit ans, il était membre de l'Académie des Sciences !

Il fit partie, nous le savons, de la commission qui fut chargée, sous la direction de Maupertuis, de mesurer le degré de Laponie. En dehors de la part qu'il prit à cette opération géodésique, il rapporta de ce voyage un ouvrage précieux, la *Théorie de la figure de la Terre, tirée des Principes de l'Hydrostatique*, Paris 1743.

Quand vint l'époque où devait revenir la comète de Halley, Clairault s'occupa beaucoup des calculs qui devaient préciser de son retour, Il calcula, au point de vue analytique, les perturbations que les planètes avaient exercées sur le mouvement de la comète, et Lalande, aidé par Mme Lepaute, fit tous les calculs numériques. De la combinaison de leurs travaux, il résulta que la comète devrait passer au périhélie le 4 avril 1759, et ce passage eut lieu le 12 mars. Cette différence tenait surtout aux valeurs erronées que l'on donnait alors aux masses de Jupiter et de Saturne. En 1835, l'erreur analogue ne fut que de trois jours, et à l'apparition toute récente de la comète, en 1910 ; il y avait deux systèmes de prévision dont la moyenne coïncida sensiblement avec l'instant du passage observé. — Les erreurs étaient d'environ trois jours, en plus et en moins.

Clairault mourut relativement jeune ; il menait à la fois la vie d'un homme du monde et celle d'un savant, si bien que ses forces ne purent résister à ce double surmenage.

D'Alembert publia, peu à peu son entrée à l'Académie, son *Traité de Dynamique*, où l'on trouve son fameux principe, qui a révolutionné la science du mouvement. Il appliqua en particulier ce principe à l'étude des corps fluides. C'est lui aussi qui expliqua la précession des équi-

noxes[1] en faisant voir que « la partie renflée de la Terre, formant une sorte de bourrelet au dessus de la sphère qui a pour diamètre la ligne des pôles, doit éprouver de la part du Soleil un mouvement rétrograde qui imprime au globe terrestre un mouvement général, en vertu duquel l'axe polaire revient après une révolution complète aux mêmes étoiles, en 25.000 à 26,000 ans ». Avec une Terre parfaitement sphérique, il n'y aurait pas de précession, avec un sphéroïde allongé, il y aurait une *post-cession.*

Il a reproduit la plupart de ces travaux de Mécanique céleste dans ses *Recherches sur le Systéme du Monde* (3 vol. in-4° 1754 et années suivantes).

C'est lui qui a rédigé les articles relatifs à l'Astronomie que l'on trouve dans l'*Encyclopédie*, mais il ne donna là rien d'original et se borna à copier les *Institutions astronomiques* de Le Monnier. Aussi, quand l'*Encyclopédie* fut modifiée et devint l'*Encyclopédie méthodique*, Lalande refit-il ce travail et remplaça les extraits du vieux livre de Le Monnier par des passages, plus ou moins modifiés, de son grand *Traité d'Astronomie.*

Dans la seconde partie de sa carrière, d'Alembert s'occupa surtout de littérature et de philosophie. On sait que l'Académie française l'avait choisi pour son secrétaire perpétuel.

Né à Turin en 1736, Lagrange vécut d'abord dans sa ville natale, puis à Berlin, où il fut appelé par Frédéric II, et enfin à Paris, de 1787 jusqu'à sa mort arrivée le 10 avril 1813. Il était le gendre de Le Monnier.

On a donné, il y a une quarantaine d'années, une édi-

[1] Et en même temps la nutation que Bradley venait de découvrir.

tion complète des œuvres de Lagrange formant quatorze grands volumes in-4°. Parmi les mémoires relatifs à l'Astronomie qui font partie de cette riche collection, nous indiquerons les suivants :

Mémoire sur le passage de Vénus du 3 juin 1769 (t. III). — Sur le problème de Képler (t. III). — Solutions de quelques problèmes d'Astronomie sphérique par le moyen des séries ; — Sur le problème de la détermination des orbites de comètes (trois mémoires) ; Sur la théorie des lunettes ; Sur la construction des cartes géographiques Deux mémoires (t. IV). — Théorie de la libration de la Lune et des autres phénomènes qui dépendent de la figure non sphérique de cette planète ; Cinq mémoires sur les variations des éléments des planètes ; Mémoire sur l'équation séculaire de la Lune ; (t. V). — Recherches sur la libration de la Lune (question proposée par l'Académie des Science de Paris pour l'année 1764 ; Recherches sur les inégalités des satellites de Jupiter causées par leur attraction mutuelle ; Sur l'équation séculaire de la Lune ; Recherche sur la Théorie des perturbations que les comètes peuvent éprouver par l'action des planètes ; Recherches sur la manière de former les Tablés des planètes d'après les seules observations ; Lettre à Laplace relative à la Théorie des inégalités séculaires des planètes, etc. (t. VI). — Sur le calcul des éclipses sujettes aux parallaxes ; Nouvelle méthode de déterminer l'orbite des comètes d'après les observations ; Nouveau moyen de déterminer les longitudes de Jupiter et de Saturne au moyen d'une Table à simple entrée ; Sur la détermination de l'obliquité de l'écliptique ; Equations pour la détermination des éléments de l'orbite d'une planète ou d'une comète au moyen de trois observations peu éloignées ; (t. VII).

On connait le mot de Lagrange à propos de Newton, qu'il déclarait « bien heureux de ce qu'il n'y ait eu qu'un système du monde à découvrir ».

Laplace. — Ce grand géomètre était né à Beaumont-en-Auge dans le département du Calvados ; Le Verrier né en 1811 à Saint-Lô, était donc, pour ainsi dire, le compatriote de Laplace.

Celui-ci fit ses études au collège de Caen, où il eut pour condisciple un autre Normand célèbre, le physiologiste Vicq d'Azyr. On rapporte que le professeur qui leur avait enseigné la philosophie, M. Adam, s'attribuait le mérite d'avoir formé deux pareils élèves, sans se douter que ceux-ci s'étaient donné beaucoup de mal pour se débarrasser des doctrines qu'il s'était efforcé de leur inculquer.

Laplace est le premier qui ait démontré la stabilité de notre système du monde. On n'imagine pas un plus beau problème à résoudre, aussi, marchant sur ses traces, Lagrange, Poisson et Le Verrier ont-ils composé des mémoires sur la même question.

Il a démontré que le changement de forme de l'orbite terrestre influe sur la vitesse moyenne de circulation de la Lune autour de notre globe. De même, c'est lui qui a fait connaître l'origine des inégalités de vitesse de Jupiter et de Saturne. Cinq fois la vitesse de Saturne fait à peu près deux fois la vitesse de Jupiter, de là des perturbations dont le développement complet exige plus de 900 ans, et qui expliquent toutes les anomalies observées.

L'étude du mouvement de la Lune lui a fait découvrir l'influence de l'aplatissement de la Terre sur ce mouvement. Renversant le problème, il a déduit une valeur de

cet aplatissement qui se trouve être une moyenne entre les valeurs résultant des opérations géodésiques.

Tout en perfectionnant, au grand bénéfice des navigateurs, les Tables de la Lune, il s'occupa beaucoup aussi des satellites de Jupiter, dont les éclipses fournissent un autre moyen que les distances lunaires pour déterminer la longitude en mer. Les *lois de Laplace* sont des rapports simples et très remarquables qui existent entre les positions relatives de ces satellites.

Les mouvements de rotation de l'anneau de Saturne autour de cette planète, la théorie des marées, la question de la stabilité de l'équilibre des mers, furent tour à tour l'objet de son activité. Toutes ces questions, et bien d'autres, furent l'origine d'une multitude de mémoires publiés dans les divers recueils académiques de l'Europe, notamment dans ceux de l'ancienne Académie des Sciences, puis de la première classe de l'Institut. Il les reprit, leur donna une nouvelle forme, et il en résulta le plus important de ses ouvrages, sa *Mécanique céleste*, qui forme cinq gros volumes in-4°. La première édition parut en 1799.

C'est un livre qui ne peut avoir qu'un bien petit nombre de lecteurs. Désireux que les résultats de ses travaux fussent, dans la mesure du possible, connus du grand public, Laplace publia une autre œuvre, l'*Exposition du Système du monde* [1], qui ne forme qu'un volume du format de la *Mécanique céleste*, où remontant aux premiers élé-

[1] C'est dans une note de la sixième édition de cet ouvrage que Laplace a exposé ses idées sur la formation du monde solaire. — On sait combien de commentaires a engendrés cette théorie cosmogonique.

ments, il met à la portée de tout homme quelque peu instruit et attentif, les vérités qu'il a exposées ailleurs avec force formules analytiques qui dépassent la portée de ceux qui n'ont point fait d'études spéciales.

La première édition, publiée en 1796, était dédiée au Conseil des Cinq-Cents. Elle se terminait par les lignes suivantes : « Le plus grand bienfait des sciences astronomiques est d'avoir dissipé les erreurs nées de l'ignorance de nos rapports avec la nature, erreurs d'autant plus funestes que l'ordre social doit reposer uniquement sur ces rapports. *Vérité, Justice*, voilà ses bases immuables. Loin de nous la dangereuse maxime qu'il peut être, quelque fois, utile de tromper ou d'asservir les hommes pour mieux assurer leur bonheur ! De fatales expériences ont prouvé dans tous les temps que ces lois sacrées ne sont jamais impunément enfreintes. »

On a remarqué, avec malice, que ces lignes ont été supprimées dans les éditions publiées sous la Restauration.

Le dernier des grands ouvrages de Laplace est son *Traité du Calcul des probabilités*.

Les honneurs qu'il méritait ne lui furent pas refusés. Dès l'âge de vingt-quatre ans, il était membre de l'Académie des Sciences, et toutes les grandes sociétés scientifiques de l'Europe tinrent à l'honneur d'inscrire son nom sur leurs listes, il appartint aussi à l'Académie française[1], où il fut remplacé par Royer-Collard.

D'un autre côté, Bonaparte le fit ministre de l'intérieur, mais il ne garda ce poste que six semaines. Sous l'Empire,

[1] Il y était entré en 1816 par ordonnance royale, quand le gouvernement de la Restauration épura l'Institut.

il fut sénateur, et, sous la Restauration, pair de France. On a le regret de trouver son nom parmi ceux des juges qui condamnèrent le maréchal Ney à la peine capitale.

Mathématicien hors de pair, Laplace ne s'intéressait pas moins à la Physique, même expérimentale. Tout le monde sait qu'il fut le collaborateur de Lavoisier dans ses travaux sur la dilatation des corps solides, dans ses études sur la calorimétrie et la chaleur spécifique des gaz, etc. Il était donc tout désigné pour être un de ceux qui furent chargés d'établir un nouveau système de poids et mesures, et il fut, dans la seconde partie de sa carrière, ardent partisan du système décimal, qu'il a seul employé dans ses ouvrages, en y comprenant la division décimale du temps et de la circonférence. Il s'efforça en vain d'empêcher Napoléon de porter atteinte à la pureté de ce système par le décret du 12 février 1812.

Il n'y a donc pas à s'étonner qu'il se soit intéressé aux progrès de la Physique du globe. Dans les dernières années de sa vie, il décida l'Académie à nommer une commission nombreuse chargée d'examiner les moyens d'accélérer les progrès de cette science[1]. Mais le moment n'était pas venu pour les études météorologiques, d'être appréciées comme elles le méritent.

En 1842, les Chambres votèrent un crédit suffisant pour faire réimprimer les principaux ouvrages de Laplace Arago, nommé rapporteur, faisait remarquer que la dépense nécessitée par cette réimpression serait à peu près équivalente au prix d'un magnifique cercle répétiteur dont le grand géomètre avait fait don à l'Observatoire.

[1] Cf. Arago, *Voyages scientifiques*, p. 249. — Laplace fut le premier président de la Société de Géographie.

Par son testament, le fils de Laplace[1] ordonna qu'une somme de 70 000 francs serait prise sur les plus clairs deniers de sa succession et servirait à réimprimer les œuvres de son père. Cette nouvelle édition, qui comprend non seulement les principaux ouvrages, mais tous les mémoires que Laplace avait composés aux diverses époques de sa vie, forme quatorze volumes grand in-4°.

Les constructeurs d'instruments. Les passages de Vénus

Pendant la seconde moitié du XVIIIe siècle, le genre humain acheva de prendre connaissance de la planète qu'il habite. A cette époque, on fit des voyages de découvertes non moins nombreux qu'au temps de Henri le Navigateur et de Christophe Colomb, et c'est alors que l'immense Océan Pacifique, traversé jadis par Magellan et ses compagnons, fut véritablement exploré. Seulement, les navigateurs de ce temps avaient sur leurs devanciers l'avantage de leur être infiniment supérieurs au point de vue scientifique ; des astronomes prirent part à la plupart des expéditions entreprises par des vaisseaux anglais ou français. C'est ainsi que Green et Bayly accompagnèrent Cook, Véron, Bougainville, Lepaute d'Agelet, Kerguelen, puis La Pérouse et périt avec ce dernier, enfin, un autre élève de Lalande, nommé Bernier, fut adjoint à l'expédition commandée par le capitaine Baudin, et, lui non plus, ne revit pas la France.

[1] Emile de Laplace (1789-1874), général de division d'artillerie, pair de France sous la monarchie, sénateur sous le second Empire.

En mer, ils déterminaient la longitude avec le plus grand soin, et initiaient les officiers à l'usage des instruments nouvellement inventés, tels que le sextant. Si l'on faisait une relâche de quelque durée, ils descendaient à terre, installaient leurs appareils, et faisaient toutes les observations permises par l'état du ciel pour déterminer la position géographique du lieu.

C'était le temps où les recherches faites chez tous les peuples navigateurs pour la perfection des montres marines, au point de vue de la détermination du point en mer, portaient leurs fruits. En France comme en Angleterre, des horlogers, dont les noms ont survécu, rivalisaient à l'envi sur ce terrain. Parmi les Français, nous nommerons Julien et Pierre Leroy, Berthoud, Antide Janvier, Bréguet, parmi les Anglais après le célèbre Harrison, Arnold, Earnshaw, Mudge, etc.

Mais le perfectionnement des instruments nautiques avait bien aussi son importance, ainsi que celui des instruments destinés à être employés dans les observatoires fixes.

Nous devons donc nommer Langlois, qui construisit la plupart des instruments dont se servirent les géodésiens français, et dont on pouvait voir à, l'Observatoire de Paris, un quart de cercle mural de six pieds de rayon, qu'on employa pendant plus d'un demi-siècle. Mais, à cette époque, sauf les horlogers, nos artistes étaient très inférieurs à leurs émules anglais. Nous n'avions pas l'équivalent d'un Bird, d'un Dollond (d'origine française à la vérité), d'un Troughton, et surtout d'un Ramsden. Aussi, n'est-il pas étonnant que Cassini IV ait tenté d'envoyer des apprentis français se former à Londres sous ce grand maître ; les circonstances ne lui permirent pas de

réussir, mais un ouvrier alsacien, nommé Jecker (1765-1834), sans aucun appui du gouvernement français, alla s'instruire à Londres, sut gagner la confiance de Ramsden auprès duquel il passa six ans et, de retour en France, fonda un atelier d'où sortirent de beaux instruments. Jecker, notamment, sut perfectionner le chef-d'œuvre de Ramsden, la machine à diviser les cercles.

Laissant de côté les artistes qui furent les auxiliaires utiles et distingués des créateurs du système métrique, nous devons rappeler le souvenir de Gambey (1787-1847) dont la renommée est universelle, et dont la lunette méridienne était naguère encore en usage à l'Observatoire de Paris, ainsi que le cercle mural, merveilleusement divisé, dont le rayon était d'un mètre.

Nous ne voulons pas nous occuper des constructeurs plus modernes, mais il ne faut pas oublier qu'en Allemagne la construction des instruments de précision s'était fort développée dans la première moitié du XIXe siècle, ce qui n'est pas étonnant, vu le grand nombre d'observatoires existant dans ce pays. Parmi les artistes allemands, nous nommerons Reichenbach (1772-1826), Ertel (1778-1858), qui fut son successeur, et Repsold (1771-1830).

Les passages de Vénus de 1761 et 1769 excitèrent l'émulation des savants, et, dans la plupart des pays de l'Europe, les gouvernements organisèrent des expéditions lointaines, destinées à l'observation de ce grand et rare phénomène. Dès 1760, Delisle publia une mappemonde où l'on voyait, au moyen de cercles qu'il y avait tracés, l'heure à laquelle chaque lieu de la Terre devait voir l'entrée et la sortie de Vénus sur le disque du Soleil, et proposa une nouvelle méthode, auxiliaire de celle de Halley,

et n'exigeant pas, comme celle-ci, que, dans chaque lieu, on observât le commencement et la fin du phénomène.

En 1761, dans le but de déterminer la parallaxe du Soleil, l'abbé Chappe d'Auteroche[1] se rendit à Tobolsk, Pingré à l'île de Rodrigue, Le Gentil[2], dans l'Inde, où il éprouva toutes les contrariétés possibles, car les circonstances fâcheuses où l on se trouvait (la France et l'Angleterre étaient en guerre), firent qu'il lui fut impossible d'être à Pondichéry le jour du phénomène Les Anglais avaient envoyé deux missions, l'une à Sainte-Hélène, l'autre au Cap, tandis que Cassini observait à Vienne,

[1] Jean Chappe (1728-1769) né à Mauriac, en Auvergne, avait publié, en 1754, les Tables solaires et lunaires de Halley, mort depuis douze ans déjà. Son voyage en Sibérie lui fut l'occasion de publier un volumineux ouvrage en trois volumes in-4°, avec un Atlas in-folio, où il décrit tout ce qu'il eut l'occasion de voir, de Paris à Tobolsk. Cette publication ne fut pas agréable au gouvernement russe, à cause de certaines vérités qu'il aurait préféré garder sous le boisseau. Son voyage en Californie, où il prolongea son séjour pour déterminer la position exacte de son observatoire, lui coûta la vie, car il fut atteint d'une grave maladie épidémique qui régnait dans la contrée.

[2] Le Gentil (1725-1792) avait été élève de Delisle au Collège de France, et s'était exercé aux observations sous la direction de Cassini II. Le passage de 1769 devant être encore visible dans l'Inde, il prit la résolution héroïque de l'attendre en Orient, et, pendant huit longues années, il explora toutes les régions avoisinant l'Océan Indien, depuis Madagascar jusqu'à Manille, recueillant une foule de renseignements utiles sur la Géographie et la Physique du globe, ainsi que sur l'Astronomie des anciens Brahmes. — Le jour du passage de Vénus, le ciel se couvrit à Pondichéry au moment où le phénomène allait commencer. Le *Voyage dans les mers de l'Inde*, de Le Gentil, forme deux volumes in-4°, Paris, 1779 et 1781.

Lalande, Messier, La Caille, et une foule d'autres, à Paris ou en divers points de l'Europe

En 1769, Pingré et Fleurieu se rendirent à Saint-Domingue, Chappe à San-José en Californie, Le P. Hell[1], astronome autrichien, à Wardoé au nord de la Laponie, Cook, accompagné de Green, élève de Bradley, à Taïti, enfin, comme en 1761, tous les astronomes européens se firent un devoir d'observer le phénomène.

Celui-ci fut moins simple que l'on ne se l'était imaginé, il n'eut point l'apparence géométrique à laquelle on s'attendait, et cela troubla les observateurs, aussi, la discussion des résultats qu'ils avaient obtenus donna-t-elle des valeurs fort discordantes pour la parallaxe du Soleil.

En 1822, Encke, directeur de l'Observatoire de Berlin, reprit cette discussion. Le passage de 1761 lui donna 8″49, celui de 1769 8″50 pour cette parallaxe.

De nos jours, après l'observation des passages de 1874 et 1882, et d'après les observations faites sur la curieuse planète Eros, on admet que cette parallaxe vaut, à fort peu de chose près, 8″81.

Jérôme de Lalande. — En son temps, cet astronome jouissait d'une popularité sans égale, aujourd'hui son nom n'est pas oublié, et c'est justice, car si d'autres ont apporté au progrès de la science des contributions plus importantes que la sienne, nul n'a été plus zélé que lui, n'a mieux réussi à former des élèves habiles, n'a

[1] Maximilien Hell (1720-1792), Jésuite, fut directeur de l'observatoire de Vienne. Les observations qu'il fit pendant son voyage sur tous les sujets possibles n'ont pas été publiées.

publié des ouvrages qui aient eu autant de succès que les siens.

Il était né à Bourg en Bresse, le 11 juillet 1732 ; son père, Pierre Lefrançois de Lalande était originaire de Coutances en Normandie. Le jeune Jérôme fit ses premières études au collège de sa ville natale, et les continua au collège de Lyon, dirigé par les Jésuites. Ses maîtres, notamment le P. Béraud, surent se faire aimer de lui, si bien qu'il fut sur le point d'entrer dans leur ordre. Cela est piquant, si l'on songe que, plus tard, il devint un des coryphées de l'athéisme, si bien que Napoléon lui fit enjoindre, par l'Institut, l'ordre de ne plus rien faire imprimer[1]. Ajoutons que les opinions de Lalande ne l'empêchèrent pas, au péril de sa vie, de sauver celle de plusieurs prêtres[2] pendant la Terreur, ainsi que celle de l'économiste Dupont de Nemours, qui vint l'attester en public le jour des funérailles de l'astronome.

Ses études classiques terminées, il vint à Paris étudier le droit, ce qui ne l'empêcha pas de suivre sa véritable vocation qu'avaient déjà éveillée la fameuse comète de 1744 (qui avait six queues)[3] et l'éclipse totale du Soleil

[1] M. Jarrin, qui a écrit une biographie très détaillée de Lalande, fait remarquer avec raison que peu de temps après que Napoléon eût écrit la fameuse lettre que l'on sait à M. de Champagny, ministre de l'Intérieur, il cherchait querelle au pape. — Tout cela n'était qu'une comédie, où il s'agissait de sauver les apparences.

[2] Notamment celle de l'abbé Garnier, professeur au Collège de France, et membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

[3] Ces queues avaient environ 30 degrés de longueur, et leurs projections sur la voûte céleste faisaient un magnifique éventail, dont le spectacle surprenant était bien fait pour susciter

du 25 juillet 1748, il suivit, au Collège de France, les leçons de Delisle et de Le Monnier.

C'était le temps où La Caille s'était rendu en Afrique, se proposant comme but principal de son voyage la détermination de la parallaxe de la Lune. Il fallait des observations correspondantes faites en Europe, autant que possible sur le même méridien. Il se trouva que Berlin[1] était la ville la plus favorablement placée, mais son observatoire ne possédait pas les instruments nécessaires. Le Monnier se fit déléguer pour la forme, annonçant qu'il emporterait avec lui son quart de cercle de cinq pieds de rayon, puis, quand les autorisations nécessaires eurent été accordées, il se fit remplacer par Lalande, dont la jeunesse étonna Frédéric.

Tout en faisant ses observations, il étudia l'Analyse mathématique sous Euler, et se lia avec Voltaire, Maupertuis et toute la colonie de philosophes français qu'on trouvait alors à Berlin. Il y apprit bien des choses dont les Jésuites ne lui avaient pas parlé.

Revenu en France en 1752, il ne tarda pas à faire partie de l'Académie. C'est alors qu'il fit connaissance avec La Caille, et se fit sans hésiter disciple de celui-ci, nonobstant son titre d'académicien.

Nous avons dit qu'à l'occasion du retour de la comète de Halley, Lalande et Mme Lepaute se firent les auxiliaires de Clairault. Ajoutons qu'ils travaillèrent avec tant d'ardeur que ce surmenage valut au premier une maladie dont il souffrit pendant le reste de son existence.

une vocation astronomique. — Un autre résultat de cette apparition fut que les dames se coiffèrent *à la comète !*

[1] Stockholm eût encore mieux convenu, mais là, il y avait Wargentin, en qui on pouvait avoir toute confiance.

Au Collège de France, où il remplaça Delisle vers 1762, et où il enseigna jusqu'à sa mort, Lalande se montra le plus dévoué des professeurs. Au pied de sa chaire se formèrent des astronomes qui allèrent exercer leurs talents dans tous les pays de l'Europe, et aussi dans les contrées les plus lointaines, comme à bord des vaisseaux naviguant sur les mers les plus inconnues du globe. Parmi ces disciples, nommons Piazzi, Lepaute d'Agelet, Méchain et Véron, modeste pilote qui fut le compagnon de Bougainville et succomba au climat malsain de l'île de Timor, où il était allé observer le passage de Vénus.

L'œuvre capitale de Lalande, c'est son grand *Traité d'Astronomie* [1] dont les trois éditions (1764-1771-1792) ont formé toute une génération d'astronomes. La première édition formait deux gros volumes in-4°. Pour la seconde, le nombre des volumes a été porté à quatre, dont le dernier (publié en 1781), n'a pas été réimprimé en 1792. Ce volume contient d'une part un grand Traité du flux et du reflux de la mer, avec une multitude d'observations recueillies dans les lieux des plus divers, et un mémoire où Dupuis [2] a posé les fondements de la

[1] Lalande en a donné un abrégé en un volume in-8°. — La seconde édition de cet abrégé fut publiée en 1795 ; en cette même année parut son *Astronomie des Dames*, petit volume in-18, qui est un abrégé de l'abrégé, nous dit l'auteur. Cet opuscule a été maintes fois réédité au commencement du XIXe siècle.

[2] Dupuis (Charles-François) (1742-1809) fut professeur de rhétorique au collège de Lisieux, suivit les leçons de Lalande au Collège de France, et fut tour à tour membre de l'Académie des Inscriptions et conventionnel ; plus tard. sous le Consulat,

doctrine qu'on trouve dans son grand ouvrage sur l'*Origine de tous les cultes.*

Dans ce traité, Lalande s'occupe de l'Astronomie à tous les points de vue, non seulement il expose la science considérée en elle-même, mais il y joint son histoire, parle de la mythologie aussi bien que des méthodes de calcul ou d'observation, indique les ouvrages les plus utiles et les constructeurs auxquels il recommande de s'adresser, ainsi que le prix auquel ils peuvent fournir les instruments, sans négliger les procédés auxquels on doit avoir recours pour conserver ceux-ci en bon état. On y trouve même, non seulement la Trigonométrie sphérique, qu'il a rejetée à la fin du second volume, alors qu'il aurait été plus naturel de la mettre au commencement du premier, mais la théorie des sections coniques et le calcul différentiel, matières auxquelles de bons ouvrages spéciaux avaient été consacrés, et qu'il aurait pu supposer connues.

Quels que soient les défauts de forme qu'on est en droit de reprocher à cette « *Grosse Gazette* » comme disait Le Monnier, ce livre a rendu d'immenses services. C'est en le lisant que Delambre, Bessel et bien d'autres se sont formés. De nos jours, après un siècle et demi, il n'a point perdu tout son intérêt. C'est là, par exemple, qu'on trouve les meilleurs renseignements sur des appareils qui ont cessé depuis longtemps d'être en usage dans les observatoires.

La composition de ce Traité, non plus que son ensei-

il fut nommé président du Corps Législatif, au grand dépit de Bonaparte, car c'était au moment de la négociation du Concordat. —Dupuis fut professeur au Collège de France et membre de l'Institut.

gnement, dont il était la reproduction, n'empêchèrent Lalande de servir autrement l'Astronomie. Rédacteur de la *Connaissance des Temps*, il enrichit cette éphéméride et la rendit plus utile aux navigateurs, il y ajouta chaque année le détail de tout ce qui pouvait intéresser l'histoire de la science, par exemple, la biographie des savants qui venaient de mourir. Du reste, Lalande est peut être le biographe le plus zélé qu'il y ait jamais eu, et il a inséré dans les recueils les plus différents, jusque dans les *Lettres édifiantes*, des notices sur la vie et les travaux d'une foule de personnages remarquables, non seulement astronomes, mathématiciens, géographes ou voyageurs, mais aussi missionnaires, comme le P. Picquet, chimistes, comme Lavoisier, militaires enfin, comme le maréchal de Saxe ou son compatriote le général Joubert Les tirages à part de ces notices sont, à l'heure actuelle, extrêmement recherchés.

Comme observateur, Lalande était assez mal doué par la nature. Ses yeux étaient mauvais, aussi ne crut-il pas devoir prendre part aux expéditions motivées par les passages de Vénus. Il se réserva le soin de calculer et de comparer toutes les observations de ces passages qu'il pourrait recueillir, et d'en conclure la parallaxe. Il finit par se regarder comme étant le juge chargé d'apprécier le travail de ses confrères. Ceux-ci, d'ailleurs, ne refusèrent pas de lui communiquer leurs observations. Il n'y eut qu'une exception, le P. Hell, et Lalande alla jusqu'à insinuer que celui-ci désirait rester maître de son observation pour la faire mieux cadrer avec celles faites par d'autres? La vérité, c'est que le P. Hell avait reçu défense de publier son observation, mais Lalande ne lui rendit justice qu'après sa mort, arrivée en 1792.

Nous donnerons plus loin les titres de quelques-uns des très nombreux ouvrages publiés par Lalande, mais ce qui a le plus servi à sa renommée, ce sont les observations qui furent faites, sous sa direction, à l'Ecole militaire. Jeaurat[1], professeur à cette école, y avait obtenu la construction d'un observatoire, où il s'occupa surtout des planètes, et notamment de Jupiter. Lepaute d'Agelet, qui fut aussi professeur à l'Ecole Militaire, dirigé par Lalande, marcha sur les traces de Jeaurat. Lalande, après avoir sollicité inutilement Turgot et Malesherbes, envers lesquels il est assez injuste pour les traiter de pharisiens[2], obtint de Bergeret, receveur général des finances, le prêt d'un quart de cercle mural de 7 pieds et demi de rayon. Avec cet instrument, d'Agelet s'occupa, sur le conseil de son maître, de faire un nouveau catalogue d'étoiles. Il en déterminait parfois plus de cent dans une nuit, après

[1] Edme Jeaurat (1725-1803), appartenait à une famille d'artistes et était petit-fils du célèbre Sébastien Leclerc. — Lui-même était peintre à l'occasion. Son *Essai de perspective* est célèbre par ses belles planches. Après avoir collaboré à la carte de France de Cassini, il fut exclusivement astronome, et, en particulier, rédigea la *Connaissance des Temps* de 1776 à 1787.
On lui doit des Tables de Jupiter. Il s'est aussi occupé de la construction des lunettes.

[2] Il ne faut pas oublier que Turgot n'a été ministre que pendant vingt mois et Malesherbes moins longtemps encore. C'était le temps où Cassini réclamait, à bon droit, la restauration de l'Observatoire, où il fallut reconstruire la Faculté de Médecine..., que Turgot ait ajourné la demande de Lalande, il n'y a donc pas à s'en étonner. — Pendant son intendance de Limoges, le futur ministre avait donné les moyens de faire des observations astronomiques à un apothicaire, nommé Montaigne, qui rivalisa avec Messier pour la découverte des comètes.

avoir enseigné pendant six ou sept heures dans la journée. Il exerça ainsi son activité jusqu'au 23 juin 1785, jour où il quitta Paris pour aller s'embarquer avec La Pérouse.

Après d'Agelet, ce fut Lefrançois Lalande (1766-1839), qui travailla surtout à l'observatoire de l'Ecole militaire, enrichi d'une lunette méridienne et d'une excellente pendule de Lepaute. Sous la direction de son oncle à la mode de Bretagne, il observa les étoiles de la zone céleste comprise entre le pôle et 45 degré nord. Malgré les circonstances périlleuses où l'on se trouvait aux moments difficiles de la Révolution, (le 10 août 1792, le grand mural fut abîmé par des hommes qui avaient envahi l'observatoire pour y chercher des armes, et parfois, le pain manquait), on travailla avec un courage admirable, et quand on jugea le catalogue terminé, en 1801, il se composait d'environ 50 000 étoiles, dont 10 000 avaient été calculées par Mme Lefrançois-Lalande. L'*Histoire céleste française*, qui résumait ce grand travail parut en 1801, elle contenait aussi les observations faites de 1791 à 1798 par l'astronome toulousain Darquier (1718-1802)[1].

L'Association Britannique pour l'avancement des sciences, a voté en 1835, une somme de 500 livres sterling destinée à faire les frais de la réduction de ces observations à l'équinoxe de 1790. Le catalogue de Lalande a été publié en 1847.

En avril 1814, l'observatoire de l'Ecole militaire fut pillé par les alliés (lesquels ?), plusieurs instruments furent détériorés. Il est regrettable qu'en cette circon-

[1] Sur Darquier, voir l'*Annuaire* du Bureau des Longitudes, 1881.

stance, on n'ait pas songé à la puissante influence d'Alexandre de Humboldt ; il aurait fait pour l'observatoire de l'Ecole militaire la même chose que pour le Muséum d'histoire naturelle, qui lui doit d'avoir échappé à la dévastation.

Une des premières publications de Lalande fut celle d'une édition française des Tables de Halley ; il y a ajouté un résumé des théories météorologiques de celui-ci, et l'histoire de la comète de 1759. Chappe avait publié le premier volume de ces Tables.

Lalande savait bien ce qu'on pouvait reprocher, au point de vue de l'exactitude, à ces Tables de Halley ; mais il avait entrepris d'en calculer d'autres, et il voulait provisoirement mettre entre les mains des astronomes les meilleures Tables alors connues. Ses Tables l'occupèrent pendant plus de quarante ans, et il revint à différentes reprises sur le même sujet ; par exemple, ses Tables de Mercure furent montrées inexactes par l'observation du passage du 3 mai 1786, et Lalande dut les refaire. Celles qu'il donna en 1796 furent employées jusqu'en 1835.

Citons encore ses travaux sur la Gnomonique, son *Exposition du calcul astronomique* (1762) et son *Abrégé de Navigation* (1793) ; car Lalande, plus encore que la plupart des astronomes de son temps, s'intéressait aux progrès de l'art nautique[1]. Ajoutons qu'il s'est beaucoup

[1] « J'aime la marine avec passion, a écrit Lalande ; j'ai fait graver sur mon cachet un vaisseau ; j'y ai ajouté la Lune qui sert à le conduire, et une devise grecque qui signifie la *Science conduite par la Vertu*, parce que le vaisseau est la chose qui exige le plus de science, et que la vertu conduit le philosophe à travers les flots et les orages de la vie. »

occupé de la navigation intérieure et qu'on lui doit un volumineux ouvrage sur les *Canaux de Navigation* (1778) dédié à *Nosseigneurs des Etats de Languedoc*. Enfin, dans la description des arts, publiée par l'Académie, il s'est chargé de traiter de neuf arts différents.

Quelle activité ! Aussi, Lalande n'a-t-il jamais laissé passer une occasion de s'instruire. Il a beaucoup voyagé, notamment en Suisse, en Angleterre, en Hollande, en Italie. La relation de ce dernier voyage, la seule qu'il ait publiée, forme neuf volumes, où l'on voit l'auteur visiter non seulement les observatoires, les cabinets de physique et les bibliothèques, mais aussi les collections d'antiquités et d'objets d'art, les ateliers de toute espèce et les exploitations agricoles aussi bien que les églises; les ports n'échappent pas à son attention, il navigue sur les Marais Pontins, nous entretient des projets conçus pour leur desséchement, nous parle enfin du gouvernement des divers Etats que formait alors la Péninsule.

On le vit faire une ascension aérostatique à l'âge de soixante-sept ans !

Pour en finir avec Lalande, nous dirons qu'après la retraite de Cassini IV, il fut chargé, jusqu'en 1801, de la direction de l'Observatoire de Paris auquel il fit donner les instruments dont il avait besoin.

Il mourut le 4 avril 1807, âgé de près de soixante-quinze ans. On peut voir sa tombe au cimetière du Père-Lachaise. Celle de son fidèle disciple, Delambre, en est éloignée de quelques pas seulement.

De son vivant, il jouissait d'une popularité immense, ce qui n'allait pas toujours sans inconvénients. Il arriva que le public s'imagina un jour qu'il avait prédit la rencontre d'une comète avec notre globe, et l'alarme fut

générale. Ces mêmes terreurs se renouvelèrent à plusieurs époques, nous dit Delambre, et on en faisait toujours honneur à Lalande, qui n'en avait pas dit un mot.

De nos jours, son souvenir est rappelé par un prix qu'il a fondé pour encourager les travaux astronomiques et qui est décerné chaque année par l'Académie des Sciences.

Pingré. — Si Lalande fut, de tous les astronomes de son temps, le plus assoiffé de réclame, Alexandre-Guy Pingré (1711-1796), non moins laborieux, fut le plus modeste des hommes. A l'âge de seize ans, il entra dans la congrégation des Génovéfains et embrassa les opinions jansénistes [1], ce qui lui valut d'être chargé d'enseigner le latin dans des collèges sans importance.

En 1748, il se trouvait à Rouen où l'on fondait une Académie. Celle-ci avait besoin d'un astronome, et Pingré, âgé de près de quarante ans, se mit à étudier l'Astronomie. Des études si tardives furent couronnées du plus grand succès, et, cependant, Pingré avait contre lui des défauts physiques graves : Sa myopie et son peu d'adresse physique faisaient de lui un observateur médiocre, mais, par compensation, sa grande aptitude pour le calcul et son érudition en toutes matières lui permirent de rendre à la science les services les plus éminents.

Vers 1753, il fut appelé à Paris, devint bibliothécaire de Sainte-Geneviève, chevalier de l'Université et membre

[1] Une récente communication de M. Bigourdan à l'Académie des Sciences nous apprend que le jansénisme de Pingré ne l'empêchait pas d'être un franc-maçon zélé.

de l'Académie des Sciences. Cette compagnie n'avait pas oublié la tyrannie que le P. Gouye, Jésuite, avait exercée sur elle pendant les derniers temps de Louis XIV, et les religieux, même des hommes excellents et inoffensifs comme Pingré, y étaient toujours un peu suspects ; c'était un tort, évidemment.

Pingré voyagea beaucoup. En 1761, il alla observer le passage de Vénus à l'île Rodrigue, près de Madagascar, et, en 1769, à Saint-Domingue. Son collaborateur était le chevalier de Fleurieu, qui commandait l'*Isis* et qui était chargé d'étudier l'emploi des montres marines. Pingré prit naturellement part à l'étude de ces appareils. On partit de Rochefort et on fit tout le tour de l'Atlantique, touchant à Cadix, aux îles Canaries, à la côte d'Afrique, aux îles du Cap-Vert, à la Martinique, à Saint-Domingue, puis, on s'éleva au nord jusqu'au grand banc de Terre-Neuve, et l'on relâcha une seconde fois aux Canaries en revenant en France.

Il fit deux autres voyages ayant le même but : en 1767, il accompagna le marquis de Courtanvaux (descendant de Louvois) dans la mer Baltique, et c'est lui qui fit tous les calculs. En 1771-72, il accompagna Borda sur la *Flore*, placée sous le commandement de Verdun de la Crenne, et ils firent ensemble beaucoup d'observations astronomiques, géographiques et physiques. C'est à Pingré qu'est due, pour la plus grande partie, la relation de ce voyage, publiée en 1778.

Comme calculateur, il donna pendant quelques années un *Etat du ciel*, éphéméride qui faisait concurrence à la *Connaissance des Temps*. C'était un almanach nautique où il recommandait la méthode des angles horaires de la Lune, et où il faisait usage des Tables de Le Monnier.

Il cessa ce travail quand il vit qu'il ne pouvait réussir à faire prévaloir ses idées.

Comme érudit, on lui doit une traduction du poème de Manilius, et il voulut écrire l'histoire de l'Astronomie ; dans ce but, il rassembla une foule de documents. Un de ses desseins était de rassembler et de publier toutes les observations faites au XVIIe siècle. Il était venu à bout de composer cet ouvrage et l'impression venait de commencer, quand elle fut suspendue par suite de la dépréciation des assignats. Très heureusement, M. Bigourdan a retrouvé, il y a quelques années, le manuscrit des *Annales célestes du XVIIe siècle* et a pu le faire imprimer.

Son principal ouvrage est la *Cométographie*, dont les deux gros volumes in-4° parurent en 1783 et 1784. Dans un chapitre préliminaire, il donne d'abord une idée générale de l'Univers, fait la distinction entre les étoiles fixes et les planètes, parle de l'invention des lunettes, de la découverte des satellites de Jupiter et de Saturne, enfin, rappelle les principales notions de Cosmographie et fait l'exposition des principaux systèmes inventés par les astronomes pour expliquer les phénomènes célestes. Ayant donc rappelé toutes les notions que son lecteur doit posséder pour pouvoir étudier son ouvrage avec fruit, il aborde son véritable sujet et nous parle longuement des comètes.

Son livre se divise en quatre parties : dans la première, il nous expose la *Doctrine des Philosophes sur la nature et le lieu des comètes*. La seconde partie est l'*Histoire générale des comètes*. Cette histoire se subdivise en trois sections : la première comprend les comètes qui ont paru avant l'ère chrétienne ; la seconde, celles qu'on a vues depuis le commencement de cette ère jusqu'à la fin du

XVIe siècle; la troisième, celles qui ont été observées depuis.

En lisant cette histoire, on apprécie à la fois et l'immense érudition de Pingré, et la sagacité qu'il lui a fallu pour discuter ce qu'il peut y avoir de vrai dans ce que disent les écrivains du Moyen-Age, crédules et peu instruits.

Dans la troisième partie il examine *Diverses questions sur les comètes*. Ces questions peuvent se réduire à cinq chefs principaux : 1° Quelle est la nature, quelles sont les propriétés des comètes? 2° Quelle est la qualité (*sic*) de leur trajectoire? 3° Quelles sont les comètes dont on connaît le retour périodique? 4° Quels effets les comètes peuvent-elles produire? 5° Enfin, quelle est la nature de leur atmosphère?

A noter, dans cette partie, le système de William Whiston[1] sur la formation de la Terre, sur le déluge universel et sur la conflagration prédite pour la fin des siècles.

Enfin la quatrième partie de la *Cométographie* expose la *Théorie du mouvement des comètes*.

Pingré se montre parfois injuste, bien malgré lui assurément, car c'était un excellent homme, envers La Caille. Cela tient à ce que son maître de prédilection, Le Monnier, était en très mauvais termes avec l'astronome du Collège des Quatre-Nations. Par contre, son jugement sur Dominique Cassini est plein de justice et mérite d'être cité.

[1] William Whiston (1667-1755), fut le suppléant, puis le successeur de Newton dans la chaire de Cambridge. Ses ouvrages astronomiques, selon Delambre, ne justifient pas bien pleinement la confiance que Newton lui avait accordée.

« Je ne pourrois, écrit Pingré, qu'affoiblir par mon style l'idée que l'on a des talens, de l'esprit, des vertus du cœur et surtout de la tendre religion de ce grand homme. Ses travaux, ses recherches, ses écrits font son éloge : la découverte de quatre satellites de Saturne, de la vraie doctrine des réfractions, de la révolution des Planètes autour de leurs axes, de la lumière zodiacale, de la méthode de calculer les Longitudes terrestres par les Eclipses du Soleil, de celle de déterminer géométriquement l'excentricité et l'apogée d'une Planète sur deux différences données entre son lieu vrai et son lieu moyen, le rétablissement et la correction de la méridienne de Saint-Pétronne à Boulogne, la construction des premières Tables des Satellites de Jupiter, celles du Soleil et des Planètes réduites à un ordre plus naturel, portées à une exactitude à laquelle on n'avait point encore atteint, mille autres travaux astronomiques fournissent à M. de Fontenelle[1] la matière d'un Eloge que l'on peut consulter si l'on veut se former une idée légère de ce dont l'Astronomie est redevable à l'immortel Cassini. Je dois me borner ici à ce qu'il a fait sur les comètes. »

Quelques années après, on était plus sévère pour Cassini, et l'on avait tort.

La Caille, dans le but d'être utile aux Bénédictins alors qu'ils composaient l'*Art de vérifier les dates*, avait fait le calcul de toutes les éclipses de Soleil et de Lune,

[1] Pingré a raison, les éloges académiques de Fontenelle (1657-1757), en particulier ceux de Cassini, de Newton, de Leibnitz, etc., sont de purs chefs-d'œuvre. A propos de l'illustre secrétaire de l'Académie, rappelons ses *Entretiens sur la pluralité des Mondes* (1686) dont deux siècles écoulés n'ont pas épuisé le charme, et dont la popularité subsistera éternellement.

depuis la naissance de J.-C. jusqu'en 1800. Pour la seconde édition, Pingré refit ce travail en y ajoutant le calcul des éclipses des dix siècles qui ont précédé notre ère. Bien qu'elle ne le comptât pas au nombre de ses membres (il en était très digne), l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres inséra son travail dans ses *Mémoires*.

Les dernières années de Pingré furent pénibles, la Révolution lui ayant enlevé presque toutes ses ressources. Il continua néanmoins à travailler jusqu'à sa mort qui arriva le 1er mai 1796, quelques jours après qu'il eût assisté à une séance solennelle de l'Institut. Quatre mois auparavant, il s'essayait encore à calculer une orbite de comète, mais dut avouer à Lalande que ce travail lui semblait pénible. Il avait alors près de quatre-vingt-cinq ans.

Bailly. — Ce que nous avons dit de Bailly, considéré comme historien, nous permet de ne parler ici que de ses travaux purement astronomiques. Il s'était formé à l'école de La Caille, et c'est lui qui donna au public le catalogue de 515 étoiles zodiacales, observées par son maître en 1760 et 1761, catalogue qui parut en 1763. Calculateur moins sûr que La Caille, Bailly a laissé passer des fautes qui lui ont été sévèrement reprochées. Il aurait pu, d'autre part, réobserver les étoiles de ce catalogue, non pas à cet observatoire particulier du Louvre où il ne voyait ni le zénith ni l'horizon, mais à celui du Collège Mazarin, où ces étoiles avaient été déterminées pour la première fois, mais il n'en fit rien.

Son principal travail est d'avoir appliqué la théorie lunaire de Clairault à la théorie des quatre satellites de

Jupiter qu'on connaissait alors. On n'avait encore construit de ces astres que des Tables purement empiriques et Bailly fut sans doute le premier qui ait tenté d'appliquer la Géométrie à leur théorie. « Chacun de ces satellites, nous dit-il, est pour Jupiter ce que la Lune est pour nous : le Soleil doit donc troubler leurs mouvements comme il trouble ceux de la Lune. Nous avons essayé d'estimer ces perturbations ; c'était le cas de la solution du problème des trois corps, et nous y avons appliqué celle de Clairault. Il en est résulté que ces perturbations sont légères. Une petite équation pour le quatrième, un léger mouvement dans les lignes des apsides et des nœuds, voilà tout ce que la théorie indique... »

Malgré ce qu'elles offraient de remarquable, les recherches de Bailly laissaient encore bien imparfaite la théorie des satellites de Jupiter. Ses Tables n'ont guère été utilisées ; les astronomes leur préférèrent celles de Wargentin, qu'ils jugeaient plus commodes. En 1792, Delambre donna, dans la troisième édition de l'*Astronomie* de Lalande, des Tables nouvelles de ces satellites desquelles tout empirisme était banni, car l'auteur les avait assujetties d'une part à la théorie de Laplace et de l'autre à tous les phénomènes que l'observation avait manifestés. Ces Tables de Delambre, rééditées en 1817, ont servi jusqu'en 1840, époque à laquelle celles de Damoiseau (1768-1846) les remplacèrent. Bailly serait sans doute revenu sur ses travaux, si l'époque eût été moins troublée et s'il ne s'était vu obligé d'écrire à Lalande, qui lui demandait l'autorisation de continuer une de ses œuvres qu'il n'avait pu qu'ébaucher « *qu'un torrent avait passé à travers sa tête, et avait entraîné toutes ses idées de*

science; qu'à peine pouvait-il se souvenir d'avoir été astronome. »

C'était à propos d'un *Mémoire sur les inégalités de la lumière des satellites de Jupiter* que Bailly écrivait ces lignes à Lalande. Grandjean de Fouchy avait fait voir, en 1732, que le moment des immersions et des émersions de ces satellites est assujetti à une inégalité optique qui est due aux variations du segment éclairé devenu insensible par la diminution de la lumière. En fait, un satellite disparaît avant son immersion totale et lorsque le segment qui est éclairé cesse d'être visible. Dans une émersion, au contraire, on ne commence à apercevoir le satellite que quand il est déjà un peu sorti de l'ombre et au moment où sa partie éclairée envoie assez de rayons pour être sensible à l'œil. Bailly se propose d'avoir égard à toutes les causes qui font varier le moment de la disparition du satellite pour pouvoir, dans tous les cas, conclure l'immersion réelle de l'immersion apparente observée.

Il s'était d'abord proposé d'employer deux lunettes égales en longueur et en force, et de diminuer l'ouverture d'une de ces lunettes par un diaphragme, de manière que les deux ouvertures fussent dans le rapport de la plus grande et de la plus petite distance de Jupiter à la Terre. Il est clair que la lumière reçue dans les deux lunettes sera dans le rapport de la lumière que la Terre reçoit de Jupiter dans ces deux positions extrêmes ; elle sera comme le carré des ouvertures, c'est-à-dire comme les carrés de la plus grande et de la plus petite distance de Jupiter, et l'on peut croire que la différence entre les temps observés de la même immersion donnera la quantité de l'équation dont il s'agit.

Il fallait donc deux lunettes identiques et deux observateurs ayant absolument la même vue. — Bailly modifia sa méthode de façon à ce qu'un seul observateur fît usage d'une seule lunette. — Un diaphragme de carton lui servait à diminuer l'ouverture de l'objectif dans le rapport de la plus grande distance de Jupiter à la Terre. Après avoir observé une immersion de satellite avec l'objectif diminué, il enlevait ce diaphragme au moyen d'un fil, observait la deuxième ou véritable immersion, et comptait exactement les secondes qui s'écoulaient dans l'intervalle.

Après ce mémoire, qui parut en 1771, Bailly semble n'être plus s'occupé d'Astronomie qu'au point de vue de l'histoire, en attendant que la politique le prît tout entier.

Le baron de Zach. — Cet astronome, né à Presbourg, en Hongrie, en 1754, mourut à Paris en 1832 ; il fut une des nombreuses victimes du choléra.

Il appartenait à une famille militaire ; un de ses frères, général dans l'armée autrichienne, fut fait prisonnier à Marengo. Lui-même servit quelque temps dans la même armée, mais, dès sa jeunesse, le spectacle du passage de Vénus et celui d'une grande comète l'avaient conquis à l'Astronomie. Il donna sa démission, et visita les principales villes de l'Europe, notamment Paris et Londres où il se lia avec les astronomes les plus en vue. En 1786, le duc Ernest de Saxe-Gotha l'appela auprès de lui, et lui confia la direction de l'observatoire de Seeberg, dont il dessina les plans. Il y resta de 1791 à 1804, et tout en travaillant avec zèle, forma un certain nombre d'élèves distingués, entre autres Burckhardt, (1773-1825) qui devait devenir Français, Lindenau[1] (1780-1854), et le

[1] Lindenau fut plus tard Ministre d'Etat en Saxe.

Suisse Horner (1774-1834), qui accompagna l'amiral russe Krusenstern dans un voyage autour du monde.

A Gotha, où l'on disposait, entre autres instruments, d'une lunette méridienne de Ramsden, et de deux quarts de cercle muraux de huit pieds de rayon, on observa avec soin les étoiles fixes, dans le but d'en faire un catalogue nouveau. Celui-ci, publié en 1792, donne les ascensions droites de 381 étoiles principales, ramenées à l'équinoxe de 1800. Un autre catalogue, publié en 1806, donne, ramenées au même équinoxe, les ascensions droites de 1830 étoiles dont les déclinaisons ont été observées à Mannheim. Notons encore de Zach ses *Tabulæ speciales Aberrationis*, et ses *Tabulae motuum Solis novae*, qui ont une histoire, que nous empruntons à la notice que Mathieu a consacrée à son maître Delambre, et qu'on peut lire dans la *Biographie Universelle.*

« Le baron de Zach, dit Mathieu, écrivit à Lalande le 17 novembre 1803 : Ne pourrais-je pas avoir une copie ou les épreuves des Tables du Soleil de Delambre ? Elles me seraient bien nécessaires à présent que j'emploie beaucoup le Soleil pour mes latitudes. Cela me dispenserait de chercher toujours les erreurs des Tables, ce qui est impraticable lorsque je suis absent de Seeberg ; Delambre ne serait-il pas porté à faire ce sacrifice à la science ; car, comme il publie ses Tables, un mois de plus ou de moins ne lui fait rien ; mais à moi, cela fait beaucoup et me fait gagner du temps et des avantages. Parlez en donc au compère de la duchesse, peut-être fera-t-il par parenté ce qu'il ne ferait pas par amitié. — Delambre donne son constentement sans hésiter, et Lalande envoie les Tables sur le champ. — Ainsi, le 17 novembre 1803, le baron de Zach ne connaissait pas les erreurs des Tables du So-

leil ; il n'avait pas des observations pour les déterminer hors de l'observatoire du Seeberg, enfin, pour être dispensé de chercher ces erreurs, il demandait ces Tables de Delambres et c'est quelques mois après, le 4 mai 1804, qu'il publie, sous le titre de : *Tabulæ motuum Solis novæ et iterum correctæ* — Gotha, 1804, — des Tables qui s'accordent avec la copie qu'il a reçue et qu'il donne comme son propre travail. Lalande, furieux d'avoir été trompé, voulait publier la lettre. Delambre s'y opposa, et, quand ses Tables parurent en janvier 1806, il donna assurément une grande preuve de sa modération en se bornant à montrer aux astronomes que ses Tables existaient avant 1803, et que ses recherches étaient confirmées par celles de Zach. — Le baron de Zach ne fit aucune réponse à ce post-scriptum, dont il comprit tout le sens, et qu'il ne pardonna jamais à l'auteur qu'il avait voulu dépouiller. »

Il serait intéressant de pouvoir, pièces en mains, examiner ce différend. Quoi qu'il en soit, ce qui est certain, c'est que Zach était un observateur habile ; Arago, qui ne le ménage pas à l'occasion, lui reconnaît ce mérite en divers de ses écrits. D'autre part, il avait une très vaste érudition et possédait la plupart des langues de l'Europe, aussi, fut-il très utile aux astronomes par la publication de sa *Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd-und Himmels Kunde* (1800-1813), et de sa *Correspondance astronomique, géographique, hydrographique et statistique* (1818-1826).

A la mort du duc Ernest, nommé grand chambellan de sa veuve, il quitta Seeberg et alla vivre avec cette princesse en Italie. Mais il n'abandonna pas pour cela ses travaux scientifiques, c'est ainsi qu'il profita d'un séjour à Marseille pour étudier la déviation du fil à plomb causée

par une montagne voisine de cette ville, le mont Mimet. Les deux volumes qu'il publia sur ce sujet parurent à Avignon en 1814.

Zach est un des astronomes qui ont le plus écrit ; par la fécondité, il est comparable à Lalande.

Le système métrique

Méchain-Delambre. — La Révolution coûta la vie à six membres de l'Académie des Sciences, qui étaient Lavoisier, Bailly, Malesherbes, le duc de La Rochefoucauld, Condorcet, dont nous ne devons pas oublier de dire qu'il s'était beaucoup occupé de la théorie des comètes, enfin, le président Bochart de Saron [1].

Celui-ci, qui fut le dernier premier président du Parlement de Paris, était né en 1730 et mourut sur l'échafaud le 20 avril 1794. C'était un homme qui avait un savoir immense et les aptitudes les plus variées. C'est ainsi que ce magistrat, qui s'était formé en étudiant la jurisprudence, était à la fois horloger et opticien, construisait lui-même des instruments de précision, (ce qui ne

[1] On pourrait y ajouter Dionis du Séjour (1734-1794), qui succomba à l'impression que lui causèrent les événements politiques. C'était un magistrat de la plus haute capacité, qui se délassait de ses travaux professionnels par l'étude des sciences mathématiques. Membre de l'Académie des Sciences, il insérait chaque année dans les *Mémoires* de cette compagnie les résultats de ses recherches. En 1786 et 1789, il publia séparément ses travaux sur l'application du calcul analytique aux questions astronomiques, et cela forma deux volumes in-4° ayant pour titre : *Traité analytique des mouvements des corps célestes.* — Dionis du Séjour fut membre de la Constituante.

l'empêchait pas d'en acheter aux constructeurs les plus renommés de France et d'Angleterre), et les prêtait généreusement aux astronomes moins favorisés que lui par la fortune[1]. Quant à lui, il s'occupait spécialement de calculer des orbites de comètes et y était devenu très habile.

L'astronome Messier (1730-1817), était assez peu au courant des théories astronomiques, mais c'était un observateur sans rival, doué d'une vue merveilleuse. A l'observatoire de Cluny, où il s'était formé sous la direction de Delisle, il découvrit de nombreuses comètes, et une sorte d'association se forma entre lui et M. de Saron, qui calculait d'après les observations fournies par Messier et indiquait à celui-ci l'endroit où il devait rechercher sa comète quand, après s'être cachée dans la lumière solaire, elle était sur le point de reparaître.

La planète Uranus, découverte par Herschel le 13 mars 1781, occupa beaucoup les deux associés. L'un l'observa assidûment, l'autre s'occupa d'en faire la théorie, et c'est lui qui reconnut qu'il s'agissait, non pas d'une comète, comme on le croyait jusqu'alors, mais d'une nouvelle planète, et cela fit une sensation profonde.

Pendant la captivité qui précéda sa mort, Saron calcula l'orbite d'une comète nouvellement découverte. Il put apprendre, avant de monter sur l'échafaud, que ses calculs étaient exacts, Messier lui ayant fait parvenir les résultats de ses observations.

Messier avait failli, quelques années avant la Révolution,

[2] Entre autres traits de la générosité intelligente de M. de Saron, il importe de citer celui-ci : c'est aux frais du président que Laplace fit, en 1784, imprimer sa *Théorie du mouvement elliptique et de la figure des planètes.*

être chargé d'un travail important à bien des points de vue : Pendant son court ministère, Turgot avait songé à doter la France, et après elle l'humanité entière, d'un système uniforme et rationnel de poids et mesures. Dans la pensée du grand homme d'Etat, l'unité de longueur devait être celle du pendule battant la seconde de temps moyen sous le 45e degré de latitude. Cette unité avait l'avantage de pouvoir être déterminée par des expériences durant quelques mois tout au plus, sans exiger des déplacements longs et coûteux.

En conséquence, il avait songé à faire exécuter ces expériences dans le Médoc, pays peu élevé au-dessus du niveau de la mer, et fort éloigné de toute montagne pouvant exercer une influence perturbatrice, et qui est traversé par le 45° degré de latitude. Turgot aurait, s'il l'avait pu, envoyé Messier s'établir dans cette contrée, le temps nécessaire pour faire les expériences en question. Malheureusement, le matériel nécessaire n'existait pas ; une pendule, que Chappe avait emportée dans ses voyages et que l'on voulait utiliser, se trouva avoir besoin de réparations importantes. Quand elle fut remise à neuf, Turgot n'était plus ministre.

Son idée fut reprise par la Constituante. Il était impossible qu'il en fût autrement, car de nombreux « cahiers » de 1789, s'étaient accordés pour demander l'unité de poids et de mesures. Il est d'ailleurs probable que beaucoup de ceux qui formulèrent cette demande ne souhaitaient pas une réforme aussi radicale que celle qui a été réalisée, et qu'ils se bornaient à désirer que les poids et mesures de Paris fussent rendus obligatoires dans toute la France.

Cette réforme bornée aurait été bien insuffisante. Il aurait été plus difficile de remplacer les mesures usitées

dans nos provinces par celles qu'on employait à Paris et qui portaient ordinairement le même nom, et en différaient parfois fort peu ; et puis, le calcul décimal présente tant d'avantages que c'eût été un grand tort de s'en priver, malgré la grande difficulté qu'il y avait à changer des habitudes peut-être vingt fois séculaires. Aussi, ne s'arrêta-t'on pas aux inconvénients de la réforme, on ne pensa qu'à l'avenir et on fit bien.

L'Assemblée nationale consulta l'Académie des Sciences, qui fit examiner la question par une commission formée de Borda, Lagrange, Laplace, Monge et Condorcet. Nous ne pouvons ici faire l'analyse des discussions qui eurent lieu soit dans la commission, soit dans la Constituante, à propos des nouvelles mesures [1]. Nous nous bornons à rappeler qu'on décida que la nouvelle unité de longueur serait la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre, la longueur de celui-ci étant déterminée par une nouvelle mesure de l'arc français, depuis Dunkerque jusqu'à Barcelone, combinée avec les mesures prises jadis au Pérou et en Laponie.

La nouvelle mesure fut confiée à deux astronomes, Méchain et Delambre dont nous allons nous occuper maintenant.

Méchain. — Pierre Méchain (1744-1804) était né à Laon, étudia l'Astronomie sous Lalande, qui lui communiquait les feuilles de la seconde édition de son *Astronomie* qu'il faisait imprimer, et qui lui fit obtenir un emploi au Dépôt des cartes et plans de la Marine. Il s'occupa donc d'abord d'hydrographie, dépouilla les journaux de navi-

[1] Cf. Bigourdan, *Le Système métrique des Poids et Mesures*, Paris, 1901.

gation, et fit le levé de plus de cent lieues de côtes ; mais, en dehors de ses fonctions officielles, il passait ses nuits à rechercher des comètes, et en découvrit onze. En outre, il en calcula les orbites, et, de plus celles de treize autres de ces astres. De la sorte, nous dit Delambre, il réunissait en sa personne les mérites et les titres de ses deux confrères Pingré et Messier. En même temps, il se chargeait du calcul des observations de l'astronome toulousain Darquier.

Il fut, en 1787, avec Cassini IV et Legendre (l'auteur des *Eléments de Géométrie*), chargé de vérifier la position relative des observatoires de Paris et de Greenwich. C'est alors que, pour la première fois, on fit usage de cercle répétiteur de Borda.

Quand on entreprit la nouvelle mesure du méridien (1791), Méchain fut chargé d'en mesurer la partie méridionale, de Rodez à Barcelone.

Il eut à surmonter des difficultés, mais moins que son collègue Delambre, surtout au commencement des opérations, mais un accident le rendit incapable de travailler pendant plusieurs mois, et, tandis qu'il était malade, la guerre éclata entre la France et l Espagne, et il fut retenu prisonnier dans ce pays. — Il y souffrit beaucoup, au moins moralement, en partie parce que ses observations ne s'accordaient pas parfaitement entre elles. Enfin, il put rentrer en France en passant par l'Italie, et, après plusieurs années pendant lesquelles il se tourmenta en vain à propos du désaccord de ses observations, il retourna travailler en Espagne. C'est là qu'il mourut, succombant aux fatigues et aux chagrins, et c'est l'examen de ses papiers qui fit découvrir le secret qu'il avait tant tenu à cacher. — Se désespérant parce qu'il se croyait devenu incapable de faire du bon travail, il se défiait de

tout le monde, et ne voulait pas que personne le vît observer Son aide, Tranchot, qui lui avait rendu les plus grands services et donné les preuves d'un véritable dévouement, n'obtenait même pas sa confiance, dont pourtant il était bien digne.

Méchain, après la création du Bureau des Longitudes, dirigea quelque temps l'Observatoire de Paris. Il a publié sept volumes de la *Connaissance des Temps.*

Delambre. — La Picardie a été féconde en géodésiens. C'est Delambre (1749-1822), qui en fait la remarque. Il était d'Amiens, et la même province a vu naître Fernel, La Caille et Méchain.

Ayant fait ses études au collège de sa ville natale, où il eut pour professeur le célèbre Delille, puis au collège du Plessis à Paris, il ne s'occupa d'Astronomie qu'à trente-six ans. C'est une ressemblance entre lui et Pingré. Jusque-là, il s'était occupé d'études littéraires, et avait acquis une véritable érudition. Il était un helléniste de premier ordre [1], et connaissait en outre plusieurs langues vivantes, notamment l'anglais et l'italien.

N'ayant aucune fortune, pour vivre, il avait dû se faire précepteur Il s'occupait de l'éducation du fils d'un haut fonctionnaire des finances, M. Geoffroy d'Assy. lorsqu'il se mit à suivre le cours d'Astronomie que Lalande faisait au Collège de France. Il ne tarda pas à devenir le collaborateur de son maître, et, sur le témoignage de celui-ci, M. d'Assy eut la générosité de mettre le jeune astronome à l'abri du besoin, et même de lui faire construire, dans

[1] Il est à noter qu'il n'apprit vraiment le grec qu'après avoir quitté le collège.

son hôtel de la rue Paradis (au Marais) un observatoire pourvu d'une lunette méridienne semblable à celle de l'observatoire de l'Ecole militaire. Avec cette lunette, que l'on peut voir au musée astronomique de l'Observatoire de Paris, Delambre vérifia les ascensions droites des plus belles étoiles du catalogue construit par Lalande, et fit en outre une foule d'autres observations, surtout sur les planètes.

Cela ne l'empêcha pas de faire en même temps d'immenses travaux de calcul. Il donna de nouvelles Tables du Soleil, de Jupiter, de Saturne, et des satellites. On lui doit aussi les premières Tables d'Uranus, ou d'Herschel, comme on disait alors, et Lalande a inséré dans la troisième édition de son *Astronomie* les résultats de tous ces travaux. Pour donner une idée du labeur qu'il s'était imposé, nous dirons qu'il avait employé toutes les oppositions de Jupiter et de Saturne, observées de 1690 à 1787, pour en déduire les éléments fondamentaux de ses Tables ; il devait d'ailleurs refaire celles-ci, et en donner plus tard de nouvelles éditions, revues et améliorées.

Mais la grande œuvre de Delambre, c'est la part considérable qu'il a prise à la nouvelle mesure de la méridienne de France. C'est à lui qu'échut la partie la plus considérable de cette mesure, depuis Rodez jusqu'à Dunkerque. Aux difficultés auxquelles il s'attendait s'en ajoutèrent d'autres, causées par l'agitation populaire. Plusieurs fois les astronomes furent arrêtés sous des prétextes divers, par exemple, comme il leur arriva de recouvrir leurs signaux de toile blanche, pour les rendre visibles de plus loin, ils furent accusés d'arborer l'étendard de la Contre-Révolution, et durent, pour pouvoir travailler librement, faire peindre une partie de la toile en rouge, une autre en

bleu, le milieu restant blanc. D'autre part, il leur arriva de ne pouvoir trouver les ouvriers qui leur auraient été indispensables, parce qu'ils n'avaient que des assignats pour les payer; quelquefois, enfin, le pain leur manqua.

Malgré ces circonstances pénibles, qui auraient été insurmontables pour beaucoup, l'œuvre de la triangulation fut menée à bonne fin ; on avait mesuré les angles des triangles, et de plus on avait déterminé sur le terrain la longueur de deux bases, l'une auprès de Melun, l'autre auprès de Perpignan. En partant de la première, on trouva pour la seconde une longueur inférieure de 0,16 de toise à la longueur mesurée.

Finalement, en combinant la nouvelle mesure avec les anciennes (on admit, pour l'aplatissement du globe, la valeur $\frac{1}{334}$), on conclut que le quart du méridien terrestre valait 5 130 740 toises.

C'est une commission formée de savants français et étrangers qui discuta les nombres trouvés par Delambre et Méchain et en déduisit, en fonction des anciennes unités de mesure, la valeur des nouvelles. C'est le 22 juin 1799 qu'une délégation de l'Institut vint présenter aux Conseils des Anciens et des Cinq-Cents les étalons du mètre et du kilogramme.

On sait quelle a été la fortune du système métrique. — Son besoin s'était autrefois vivement fait sentir, mais seulement chez la minorité éclairée. On fut accablé de réclamations de la part des ignorants, et ceux-ci eurent un auxiliaire sur lequel assurément ils n'étaient pas en droit de compter. C'était l'empereur Napoléon, à qui il répugnait de changer ses habitudes. Le décret du 12 février 1812 décida qu'il y aurait une toise, valant exactement deux mètres et di-

visée en six pieds, le pied se subdivisant en douze pouces, etc. — Les protestations de Laplace à ce sujet avaient été inutiles.

Cet état de choses subsista jusqu'au 1er janvier 1840. La loi du 4 juillet 1837 décida qu'à cette date on reviendrait au système métrique primitif.

Depuis, celui-ci a été adopté par toutes les nations ou à peu près. La seule exception notable est celle de la traditionnaliste Grande-Bretagne. Mais, là, aussi, la victoire du système français est certaine, dans un avenir plus ou moins éloigné.

Delambre rendit compte de cette grande opération dans sa *Base du système métrique*, dont le troisième volume parut en 1810.

Bien d'autres travaux, d'ailleurs, occupaient son temps. Professeur d'Astronomie au Collège de France, où il remplaça Lalande en 1807, il publia en 1814 son *Astronomie théorique et pratique*, où l'on retrouve son enseignement. Dans les trois volumes in-4° qui forment cet ouvrage, on trouve un nombre incroyable de formules, souvent fort compliquées. Assurément, personne n'a jamais mieux su la Trigonométrie que Delambre.

C'était un livre beaucoup trop touffu pour le plus grand nombre ; aussi, en 1813, l'auteur en a-t-il donné un abrégé qui forme un unique volume in-8°, qui, paraît-il, a eu beaucoup de succès.

Delambre était en outre Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. En cette qualité, il a prononcé dix-neuf éloges académiques, parmi lesquels nous relevons ceux de Lalande, de Bougainville, de Fleurieu, de Lagrange, de Rochon, etc...

Nous avons trop longuement parlé de son *Histoire de*

l'Astronomie pour y revenir ici ; mais un ouvrage de Delambre que nous ne devons pas oublier de mentionner est son *Rapport sur les progrès des Sciences mathématiques depuis 1789*, qu'il publia en 1810. N'oublions pas non plus qu'il mit sa grande érudition au service de l'abbé Halma et de Peyrard pour leurs traductions de Ptolémée, d'Euclide et d'Archimède.

Après la mort de Delambre, sa chaire d'Astronomie devait revenir à son disciple Mathieu, qui se fit l'éditeur de ses œuvres posthumes. C'était du moins l'avis de l'Académie des Sciences, mais cette chaire fut donnée à M. Binet, protégé de la « Congrégation ».

Piazzi. — Cet illustre astronome n'était pas Napolitain de naissance, ni même Italien, comme on serait tenté de le croire. C'est en effet à Ponto, dans la Valteline, qui faisait alors partie de la Confédération Helvétique, que, le 16 juillet 1746, naquit Giuseppe Piazzi. Il eut ce bonheur que ses parents étaient des gens aisés, qui ne négligèrent rien pour donner à leur fils une excellente éducation. Le jeune homme sut en profiter : A Milan, en particulier, il fut l'élève de l'illustre physicien Beccaria.

Entré dans l'ordre des Théatins, il alla poursuivre ses études à Turin et à Rome, où il se lia avec les P. P. Jacquier et Le Seur qui le chargèrent de vérifier leurs travaux sur les Mathématiques.

Après avoir enseigné dans diverses villes [1], sur le conseil du P. Jacquier, il se décida à accepter, une chaire de

[1] Notamment à Rome, où il se lia avec le P. Barnaba Chiaramonti, qui devait devenir le pape Pie VII. Il fallut la mort du pontife, arrivée en 1823, pour mettre fin à leur amitié.

hautes Mathématiques à Palerme, et comme on voulait créer un observatoire en cette ville, on reconnut que Piazzi était l'homme tout indiqué pour en être le directeur.

Toutefois, il était peu familier avec l'Astronomie pratique, et, pour qu'il pût se mettre à la hauteur de ses nouvelles fonctions, on l'autorisa à visiter les observatoires et les astronomes étrangers. Le 28 janvier 1787, on le voit installé chez Lalande, qui était alors le plus en vue de tous les astronomes français, et là, il fit la connaissance de Bailly, Delambre, Pingré, etc. De même, l'année suivante, en Angleterre, il se lia avec Maskelyne, Herschel et les principaux astronomes anglais. En particulier, il passa beaucoup de temps auprès de Ramsden, à qui il commanda un cercle de cinq pieds de diamètre qui devait être monté sur un cercle azimutal de trois pieds. Les lectures se faisaient sur ces deux cercles au moyen de microscopes. Très heureusement, Piazzi sut plaire à Ramsden, si bien qu'il n'eut pas à souffrir de l'inexactitude proverbiale de ce grand artiste, et dès l'été de 1789, il était en possession de son grand cercle vertical, d'un instrument des passages, et d'une foule d'autres appareils.

Il se hâta de retourner à Palerme, et l'observatoire fut installé sur une tour du palais du roi ; le 11 mai 1791, il commençait ses observations. Il poursuivit celles-ci avec tant d'activité qu'en 1803 il publiait un premier catalogue d'étoiles. Le nombre de celles-ci était 6748 ; c'était peu auprès de 45 000 étoiles de Lalande, mais celles de Piazzi étaient réduites, et chacune était déterminée par plusieurs observations.

Ce travail fut accueilli avec enthousiasme par les astronomes, qui décernèrent à l'envi des félicitations à son au-

teur ; celui-ci, néanmoins, ne se tint pas pour satisfait, et il voulut perfectionner son œuvre. Il avait donné à celle-ci, pour base, les 36 étoiles fondamentales de Maskelyne, mais il décida désormais de comparer lui-même les étoiles au Soleil ; Il détermina donc les positions de 120 étoiles fondamentales sur lesquelles reposèrent les positions de 7646 étoiles contenues dans un nouveau catalogue publié en 1814. L'observatoire de Vienne a, en 1845-49, publié les observations elles-mêmes faites par Piazzi de 1792 à 1813. Le second catalogue n'eut pas moins de succès que le premier.

Ce ne sont pas toutefois ces travaux si méritoires qui ont valu la popularité au nom de Piazzi, mais la découverte de la première de ces petites planètes qui forment aujourd'hui un groupe si nombreux.

On sait que, depuis longtemps, on avait remarqué la lacune qui semblait exister entre Mars et Jupiter, et Képler, que ce vide choquait dans ses idées d'harmonie céleste, supposait qu'il existait là une planète, mais trop petite pour ne pas échapper à nos yeux. Le grand astronome, d'ailleurs, supposait aussi, au moins à une certaine époque de sa vie, une autre planète, circulant entre Mercure et Vénus, et, jusqu'à présent, rien n'a justifié cette hypothèse. Les idées de Képler furent reprises vers la fin du XVIIIe siècle par le baron de Zach, qui, à l'automne de l'année 1800 réunit à Lilienthal une conférence d'astronomes où il fut décidé qu'on partagerait le travail de la révision des étoiles du zodiaque entre vingt-quatre astronomes, dans l'espoir d'avoir plus de chances de découvrir la planète hypothétique.

Piazzi était au nombre des observateurs à qui on comptait demander leur collaboration ; il n'en était pas encore

prévenu quand il découvrit la planète le 1er janvier 1801, jour où commença le XIXe siècle.

Ce jour là, voulant observer l'étoile du Taureau qui a le numéro 87 dans le catalogue de La Caille, Piazzi la vit précédée par une étoile de huitième grandeur, et, lorsque le jour suivant il voulut, selon son habitude, répéter l'observation, il constata que le petit compagnon avait notablement changé de place. Il avait donc découvert un nouvel astre errant, planète ou comète. Il poursuivit ses observations, mais n'avertit pas les astronomes. Ce n'est qu'après le milieu de janvier qu'il fit savoir à Bode[1] et à Oriani[2] qu'il venait de découvrir un nouvel astre errant, et les lettres qu'il leur avait adressées ne parvinrent qu'avec un retard considérable, ce qui valut à Piazzi des reproches très injustifiés.

La planète, vu la petitesse de l'arc parcouru pendant les observations de Piazzi, offrait des difficultés considérables aux calculateurs. Si Gauss n'avait découvert à son propos de nouvelles méthodes de calcul, on courait grand risque de ne pas retrouver le nouvel astre. Zach, très heureusement, le retrouva le 7 décembre 1801, et Olbers le 1er jan-

[1] Bode (Johann Elert) 1747-1826, né à Hambourg; fut membre de l'Académie de Berlin, et directeur de l'Observatoire. Il publia, de 1776 à 1829, le *Berliner Jahrbuch*. — On lui doit aussi un ouvrage de vulgarisation, plusieurs fois réimprimé : *Die Kenntniss des gestirnten Himmels*. La fameuse loi de Bode devrait, en réalité, porter le nom de Titius, qui vécut de 1729 à 1796, et fut professeur de Mathématiques et de Physique à Wittemberg.

[2] Oriani (Barnaba) (1752-1832), directeur de l'observatoire de Milan, eut, avec Piazzi, une correspondance assidue qui a été publiée dans les *Annales* de l'observatoire de Brera. — Il s'est surtout occupé de géodésie.

vier 1802. Gauss ne tarda pas à en donner une orbite exacte.

La nouvelle planète reçut, en l'honneur du roi des Deux-Siciles, le nom de Ceres-Ferdinandea. Bonaparte, qui avait appris avec intérêt sa découverte, aurait voulu qu'on l'appelât Junon ; ce nom fut donné à la seconde des quatre petites planètes qui furent découvertes de 1801 à 1807, et qui, jusqu'en 1845, passèrent pour être les seules de leur espèce.

La découverte de Piazzi fit une sensation profonde. Le gouvernement du pays de l'astronome voulut le récompenser en faisant frapper une médaille d'or en son honneur, mais il refusa et préféra que son observatoire fût doté d'un équatorial.

Pendant le règne de Murat, Piazzi fut chargé de la création d'un observatoire à Naples. Quand cet observatoire fut construit et placé sous la direction de Cacciatore, Piazzi retourna à Palerme, mais conserva un droit d'inspection sur tous les observatoires du royaume. Les changements qu'éprouva l'Italie par suite des événements politiques ne semblent pas avoir troublé sa vie, qui se prolongea jusqu'au 22 juillet 1826.

Depuis un siècle, le nom de Piazzi n'a cessé d'être honoré par ceux qui s'occupent de la science des astres ; non seulement, à une époque récente, on a réimprimé en *fac-simile* le principal de ses catalogues, celui qui résuma les travaux de toute sa vie, mais un officier de la marine anglaise, qui fut plus tard l'amiral Smyth[1], (1788-1865), eut

[1] Après les guerres contre la France, auxquelles il avait pris une part active, il fut chargé de travaux hydrographiques dans la Méditerranée, à laquelle il a consacré un grand ouvrage,

l'occasion de se former à la pratique de l'Astronomie sous la direction de Piazzi qui lui inspira un véritable enthousiasme, si bien qu'un fils lui étant né en 1819, il lui donna le prénom, assurément peu usité, de Piazzi. On sait que M. Piazzi-Smyth (1819-1900), directeur de l'observatoire d'Edimbourg, a justifié les espérances que son père avait conçues en le plaçant sous ce glorieux patronage. Attaché d'abord de l'Observatoire du Cap, en 1845 il fut appelé à diriger celui d'Edimbourg et garda cette situation jusqu'en 1888. On se rappelle son expédition au Pic de Téneriffe (1857), et ses recherches de métrologie à propos de la grande pyramide d'Egypte qui causèrent au sein de la Société Royale Astronomique des discussions à la suite desquelles Piazzi-Smyth crut devoir donner sa démission.

Olbers-Bessel-Argelander. — Parmi les astronomes qui nous ont occupés jusqu'à présent, nous avons rencontré bon nombre d'ecclésiastiques, nous aurions pu faire remarquer que d'autres avaient commencé par étudier le droit et parfois même ne consacrèrent à l'étude des astres que les loisirs de leur profession de juge ou d'avocat. C'est ainsi que Johann Bayer (1572-1625), qui a publié un Atlas souvent réédité, où les étoiles ont, pour

publié en 1854, où il étudie cette mer au point de vue de la Physique, de l'Histoire et de la Navigation. A son observatoire privé d'Hartwell (près de Bedford), il s'est surtout occupé des étoiles doubles et des nébuleuses. — L'amiral Smyth fut président de la Société Royale Astronomique ; mais ses travaux professionnels et scientifiques ne l'avaient pas empêché de se distinguer dans d'autres branches du savoir humain, car il était aussi antiquaire et numismate.

la première fois, été désignées par les lettres grecques qui nous servent encore à les nommer aujourd'hui, était homme de loi à Augsbourg, et l'on n'aurait pas de peine à trouver des exemples analogues.

Par contre, du moins en France, on ne voit pour ainsi dire pas d'astronomes qui, au commencement de leur carrière, se soient consacrés aux études médicales. Nous ne voyons guère qu'un certain Simon, condisciple de Lalande, quand celui-ci étudiait sous Le Monnier, vers 1750. Simon alla s'établir en Turquie d'Asie, où sans doute il exerça la médecine, mais cela ne l'empêcha point de faire des observations utiles à l'Astronomie. Il finit par se faire musulman.

En Allemagne, au contraire, nous trouvons deux astronomes illustres, qui avaient le diplôme de docteur en médecine ; le premier était même un des praticiens les plus considérés de la ville de Brême. Il s'appelait Heinrich Olbers. Le second était Théodore Oppolzer (1841-1886), dont nous devons citer le *Traité de la détermination des orbites des comètes et des planètes,* et le *Canon der Sonnenfinsternisse.* Ces deux ouvrages, dont le second parut après la mort de son auteur, ont une grande importance.

Olbers, né en 1758, était fils d'un pasteur de Brême, et c'est dans cette ville qu'il fut élevé. C'est par ses propres efforts qu'il s'instruisit en Astronomie et en Mathématiques, et y réussit si bien qu'il fut en état de calculer et d'observer l'éclipse de soleil du 9 janvier 1777. Quand il alla étudier la médecine à Gœttingue, il put suivre des leçons d'Astronomie et de hautes Mathématiques et sut en profiter. Revenu à Brême à l'automne de 1781, il sut se former rapidement une clientèle im-

portante, mais l'Astronomie lui servit de récréation ; il fut donc tout naturellement amené à se lier avec Schrœter (1745-1816), dont l'observatoire privé se trouvait à Lilienthal, au voisinage de la ville, qui devait plus tard diriger celui de Gœttingue, et dont les études sur la constitution physique des planètes sont bien connues.

Consacrant les journées à l'exercice de sa profession, les nuits aux recherches astronomiques, il ne put suffire indéfiniment à un tel labeur, et, dès 1820, on le voit renoncer à la pratique médicale, mais il continua jusqu'à sa mort, arrivée en 1840, à s'occuper des astres. Les comètes étaient son objet de prédilection, et il en découvrit plusieurs, notamment celle de 1815, qu'on a revue en 1887 ; mais ce qui a plus d'importance, il leur consacra un ouvrage dont le titre, traduit en français, est : *Recherches sur la plus courte et la plus commode méthode pour calculer l'orbite d'une comète d'après quelques observations* (Weimar, 1797). Newton avait exposé très clairement la théorie du mouvement des comètes, et développé les lois de leur déplacement autour du Soleil, mais la solution qu'il avait donnée pour le calcul de leurs orbites supposait que la seconde des trois observations nécessaires et suffisantes pour faire ce calcul avait été faite exactement au milieu de l'intervalle de temps écoulé entre les deux observations extrêmes ; après lui, beaucoup de géomètres du plus haut rang avaient tâché en vain de s'affranchir de cette condition, mais ce fut le jeune Olbers, encore étudiant en médecine, circonstance qui mérite d'être notée, qui vint à bout de cette difficulté, ce qui lui arriva alors qu'il veillait un de ses condisciples malade. La méthode d'Olbers, depuis plus

d'un siècle, n'a pas cessé d'être appliquée. Rappelons enfin que c'est ce laborieux astronome qui a le premier retrouvé la petite planète Cérès, et qu'il a découvert deux autres de ces astéroïdes, ceux qui portent les noms de Pallas et de Vesta.

Olbers aurait pu être bien fier de toutes ces découvertes. Il estimait toutefois que le plus grand service qu'il avait rendu à la science, c'était d'avoir facilité les débuts de Bessel.

Le 28 juillet 1804, Olbers se vit aborder sur la voie publique par un jeune homme qu'il ne connaissait pas, et qui, tout ému, sollicita l'autorisation de lui soumettre un travail sur la comète de 1607. Ce jeune homme s'appelait Frédéric-Guillaume Bessel. Il était né à Minden, en Westphalie, le 22 juillet 1784, et, se sentant peu de goût pour les études classiques, avait tenté de devenir négociant. Il s'était donc placé en qualité de commis dans une maison de commerce de Brême ; la vue des navires lui avait inspiré le désir de naviguer, et il voulut acquérir les connaissances nécessaires à un capitaine au long cours. En conséquence, à ses heures de loisir, il étudia les langues vivantes et les parties des Mathématiques nécessaires pour la Navigation, et cela le conduisit à l'Astronomie. Dans l'embrasure d'une fenêtre, il se construisit un observatoire ; enfin, il profita d'une vente de livres pour acheter l'*Astronomie* de Lalande. Celui-ci vivait encore et aurait été bien fier s'il avait pu savoir quel nouveau disciple allait se former à son école. Ajoutons que Bessel fit toujours grand cas de l'œuvre de l'astronome français, à laquelle il trouvait certains mérites qui faisaient défaut à la plupart des livres postérieurs.

A l'insu de ses camarades, qui n'auraient pas manqué de se moquer de lui, Bessel profita des heures de la nuit pour ses travaux personnels ; dans un volume supplémentaire de l'*Astronomisches Jahrbuch*, il trouva les observations que l'astronome anglais Harriot (1560-1621) avait faites de la comète de 1607 (comète de Halley) et que le baron de Zach avait découvertes dans les archives d'une famille anglaise. Bessel se proposa de les calculer et de pousser ce travail jusqu'à la détermination de l'orbite. Il en vint à bout sans trop de difficultés, en s'aidant du livre de Lalande et des publications d'Olbers ; c'était ce travail qu'il avait soumis au célèbre astronome.

Le lendemain était jour de repos, Bessel alla faire une longue promenade, et, à son retour, il trouva une lettre encourageante d'Olbers, avec divers ouvrages qui pouvaient lui être utiles dans ses travaux. Il en ressentit une joie immense et conçut pour Olbers une grande vénération, qui dura jusqu'au dernier jour de sa vie.

Il va sans dire qu'il ne demeura pas longtemps employé de commerce. En 1806, grâce à la recommandation d'Olbers, Schröter le prit comme assistant à son observatoire privé de Lilienthal ; il garda cette situation jusqu'en 1810, et, pendant cette première période de sa vie de savant, en outre de ses travaux d'observation, il fit le calcul des observations de Bradley, en ayant soin de tirer de ces observations elles-mêmes tous les éléments de leurs réductions, de façon à ce que les résultats fussent débarrassés de toutes les influences étrangères. Des observations solaires de Bradley, il conclut la position de l'écliptique par rapport à l'équateur, ainsi que les ascensions droites absolues des étoiles fondamentales. Un catalogue de 3 222 étoiles,

comparées aux observations de Piazzi, fut encore le fruit de son labeur.

En 1818, il publia les résultats de ce travail sous le titre de *Fundamenta Astronomiæ*, qui rappelle celui d'un des ouvrages de notre grand La Caille (*Astronomiæ Fundamenta*). Il avait donc fallu qu'il se remît à apprendre le latin, pour lequel il avait eu jadis une telle aversion qu'elle lui avait fait quitter le gymnase, mais ses biographes ne nous donnent aucun détail sur ce point.

Dès 1810 jusqu'à sa mort, arrivée le 17 mars 1846, Bessel demeura à Kœnigsberg, où il fut à la fois professeur d'Astronomie à l'Université et directeur de l'Observatoire que Frédéric-Guillaume III venait de fonder, à la grande surprise de Napoléon, qui fut tout étonné d'apprendre que le roi de Prusse avait encore le temps de penser à des choses de cette nature.

La carrière astronomique de Bessel fut des plus brillantes et comparable à celles de Bradley, de La Caille ou de Le Verrier[1]. A la fois théoricien et observateur sans égal, il a fait des travaux de la plus haute importance ; par exemple, des différences entre les positions observées et les positions calculées de Sirius, il conclut que cette brillante étoile devait avoir un compagnon invisible qui était la cause de ces dérangements. Développant cette idée de son maître, un élève de Bessel, C. A. F. Peters (1806-1880) chercha à déterminer l'orbite de ce satellite de Sirius, qui fut découvert en 1862 par l'astronome américain A.-G. Clark (1832-1897), fils du célèbre opticien Alvan Clark (1804-1887).

[1] Bessel fut plus observateur, Le Verrier plus calculateur, néanmoins, il nous semble que l'analogie de ces deux hommes est évidente.

Il y a visiblement là quelque analogie avec la découverte de Neptune basée sur la différence entre les positions observées et les positions calculées d'Uranus. Bessel s'était occupé de ce dernier problème, et avait chargé un de ses élèves, nommé Flemming, d'en chercher la solution, malheureusement, celui-ci mourut en 1840, âgé de vingt-huit ans, et c'est à Le Verrier que revint la gloire de trouver la planète transuranienne.

Mais c'est surtout l'Astronomie stellaire qui fut sa science de prédilection. A l'origine, il n'avait, et il n'y a pas à s'en étonner, que des instruments insuffisants, mais ce dut être pour lui une grande joie que de pouvoir, en 1820, faire usage d'un cercle méridien construit, d'après ses plans, par Reichenbach et Ertel, et il va sans dire qu'il commença par étudier cet instrument avec le soin le plus minutieux. Il en fit usage pour observer toutes les étoiles allant de la première grandeur à la neuvième, comprises entre 45° de déclinaison nord et 15° de déclinaison sud. Ce travail, fait par zones, donna les positions de 75011 étoiles. Les zones de Bessel sont restées célèbres.

En 1829, l'observatoire s'enrichit d'un grand héliomètre de Frauenhofer qui était un véritable chef-d'œuvre ; Bessel s'en servit pour déterminer la parallaxe de la 61e du Cygne.

Une multitude d'autres travaux occupaient ses instants ; les plus importants ont été réunis en trois beaux volumes publiés en 1876 par M. Rudolf Engelmann, ancien astronome à l'observatoire de Leipzig. Ces volumes se trouvent dans les bibliothèques de tous les observatoires.

Mais Bessel ne travaillait pas seulement pour les

initiés. Un de ses rêves, qu'il n'a malheureusement pas pu réaliser, était d'écrire une Astronomie populaire. A défaut de cet ouvrage, Schumacher a publié à Hambourg, deux ans après la mort de Bessel, un volume de *Populäre Vorlesungen*, comprenant quinze conférences que Bessel, en différentes occasions, avait faites devant le grand public. Il est regrettable que ce volume n'ait pas été traduit en français.

Le mérite de Bessel était apprécié dans le monde entier et toutes les grandes académies de l'Europe tinrent à honneur d'inscrire son nom sur leurs listes. C'est ainsi qu'il devint en 1816, correspondant, et, en 1841, associé étranger de l'Académie des Sciences de Paris, ce qui dut le flatter d'autant plus que c'était à son maître vénéré, à Olbers, qu'il succédait. Celui-ci était mort le 2 mars 1840[1]. Son disciple ne devait pas lui survivre longtemps.

Bessel, qui s'était marié en 1812, avait eu trois filles et deux fils ; de ceux-ci, un seul, nommé Wilhelm, parvint à l'âge d'homme, il avait fait preuve d'aptitudes remarquables pour les Mathématiques, et s'était préparé à la carrière d'ingénieur et d'architecte. Mais il mourut d'une fièvre typhoïde, à l'âge de vingt-cinq ans ; aussi, afin que le nom du grand astronome soit porté par ses descendants[2], c'est une coutume parmi les familles

[1] Sa très riche bibliothèque fut acquise par l'observatoire de Poulkova, alors récemment créé, et qui possède une des plus riches collections de livres scientifiques qui aient jamais été rassemblées.

[2] Une des filles de Bessel, Mme Lorek, n'est morte qu'en 1913, âgée de quatre-vingt-treize ans. Elle garda jusqu'à la fin toute la fraîcheur de son esprit, et parlait volontiers de personnages

Erman, Hagen et Lorek, d'en faire le prénom du fils aîné.

Le chagrin qu'éprouva Bessel à la mort de son fils, se joignant à la fatigue de ses travaux intellectuels, lui causa une tumeur au ventre qui l'emporta le 17 mars 1846. Il n'avait pas encore atteint sa soixante-deuxième année. Le 22 février précédent, il avait encore inséré dans les *Astronomische Nachrichten* une communication sur « les altérations que la pesanteur fait éprouver au cercle vertical d'un instrument astronomique ».

Bessel, qui s'est beaucoup occupé de géodésie, a eu comme disciple le général Baeyer (1794-1885), qui fut le fondateur de l'Association géodésique internationale. Un autre de ses élèves, plus particulièrement astronome, est Argelander (1799-1875). Ce dernier fut l'aide principal de Bessel à Kœnigsberg de 1821 à 1823. Il passa ensuite plusieurs années en Russie, et, finalement, devint, en 1831, directeur de l'observatoire de Bonn. Là, pendant près d'un demi-siècle, il se consacra à l'Astronomie d'observation. L'étude des étoiles était celle qu'il préférait à toutes les autres, et, avec une patience admirable, il s'en est occupé toute sa vie. Le principal résultat de ses travaux, que nous ne pouvons pas indiquer en détail ici, est la *Bonner Durchmusterung*[1], catalogue immense, qui contient les positions approchées de 324 198 étoiles comprises entre le pôle nord et le deuxième degré de latitude sud. Un Atlas de quarante cartes figure ces étoiles, donne

distingués disparus depuis longtemps, qu'elle avait connus jadis ; elle se souvenait parfaitement d'avoir vu la comète de Halley en 1835. Les arrière-petits-fils de Bessel sont très nombreux.

[1] *Durchmusterung* signifie passage en revue.

une représentation de l'aspect du ciel et a rendu les plus grands services aux astronomes qui s'occupent de rechercher des comètes ou des petites planètes en leur fournissant les étoiles de comparaison qui leur sont nécessaires[1].

Cet Atlas est celui dont on fait le plus usage dans les observatoires, mais il ne faut pas oublier qu'il en a été publié d'autres dans le courant du XIXe siècle et il importe de mentionner les principaux. Parmi ceux-ci nous placerons en première ligne les *Academische Sternkarten*, publiées de 1830 à 1858 par l'Académie de Berlin sur la proposition de Bessel ; les *Ecliptical charts* de Bishop (1852), les Atlas de Dien (1865), de Proctor (1870), de Heis (1872), enfin l'*Uranometria Argentina* (1879), qui représente sur le papier les positions de 340 380 étoiles ; Enfin, on doit une mention toute spéciale à l'Atlas écliptique que Chacornac avait commencé à l'Observatoire de Paris, dans le but de faciliter la recherche des petites planètes. Chacornac voulait publier 72 cartes ayant une hauteur de 5 degrés et demi et une largeur de 20 minutes de temps. Quand l'auteur fut mort en 1872, les frères Henry se chargèrent de terminer son œuvre, mais celle-ci est demeurée incomplète, et il n'a paru en tout que 54 cartes. On en sait la raison : les continuateurs de Chacornac arrivèrent à des régions où les étoiles étaient tellement pressées qu'il fallut absolument renoncer à représenter l'aspect du ciel, en ces endroits, par les procédés ordinaires. MM. Henry firent alors appel à leur

[1] L'élève et le successeur d'Argelander, Edouard Schönfeld (1828-1891), a prolongé la *Bonner Durchmusterung* jusqu'au 23e degré de déclinaison australe.

talent d'opticiens, ct ce fut l'origine de l'application de la photographie à la construction de cartes célestes. Ils sont morts, malheureusement, l'un en 1903, l'autre en 1905.

Encke. — C'était à l'école de Bessel qu'Argelander s'était formé, et jusqu'au bout de sa carrière il a continué à travailler dans la même voie que son illustre maître. J.-E. Encke était, lui, un élève de Gauss. Né à Hambourg en 1791, il interrompit ses études pour prendre part aux campagnes de 1814 et 1815 contre la France en qualité d'officier d'artillerie ; il quitta le service en 1816 et redevint astronome. Il fit partie du personnel de l'observatoire du Seeberg où Lindenau[1] (1780-1854) avait remplacé Zach, et il s'occupa beaucoup des comètes. On sait qu'il eut le bonheur de reconnaître que la comète découverte par Pons, le 26 novembre 1818, avait une période de 3,3 ans. On n'en connaissait pas jusqu'alors dont la durée de révolution fût aussi courte, aussi en fut-on très surpris, et on ne tarda pas à reconnaître que cette comète avait été déjà antérieurement observée plusieurs fois, notamment en 1805, en 1795 et en 1786. Une autre particularité qui donne de l'intérêt à l'étude de cette comète, c'est que la durée de cette révolution paraît aller en diminuant : chacune de ces révolutions serait inférieure de un dixième de jour à la précédente. Le fait, contesté par d'Asten, paraît bien prouvé aujourd'hui, mais on ne sait comment l'expliquer : on a parlé d'un milieu résistant, mais pourquoi ce milieu

[1] Lindenau devait quitter l'Astronomie pour devenir ministre du roi de Saxe ; le cas est assez rare pour mériter d être signalé.

semble-t-il ne pas agir sur les autres comètes, même à courte période ?

Quoi qu'il en soit, les fréquents retours de cette comète ont valu la popularité au nom de Encke. Il va sans dire qu'il ne la perdit jamais de vue, et il lui a consacré plusieurs mémoires.

Bode, ayant dirigé l'observatoire de Berlin pendant près de quarante ans, se retira en 1825 et mourut l'année suivante. Sa place fut donnée à Encke, qui devait l'occuper à peu près aussi longtemps. Un ouvrage où M. Fœrster, successeur de Encke, a raconté la biographie de celui-ci, nous apprend que sa nouvelle situation ne lui fut pas agréable. L'administration était chose ennuyeuse pour Encke, il avait en outre à rédiger le *Berliner Jahrbuch*, il ne pouvait non plus se dispenser d'observer, si bien qu'il ne lui restait plus de temps pour s'occuper de sa chère Mécanique céleste. Les conseils que Bessel lui donnait, dans l'intérêt de la science, étaient fort désagréables à Encke qui finit par se brouiller avec le grand astronome de Kœnigsberg, parce que celui-ci se permettait d'exprimer des doutes sur le milieu résistant qu'il avait imaginé et auquel il tenait beaucoup.

Un travail de Encke souvent cité est sa discussion des observations des passages de Vénus de 1761 et 1769. Il trouva, et en cela il était d'accord avec la plupart de ses contemporains, 8″,57 pour la valeur de la parallaxe de cette planète ; malgré cette concordance, son résultat était erroné, et on sait aujourd'hui que ce nombre doit être augmenté d'environ 0,3 de seconde.

Encke mourut le 26 août 1865. On a publié ses *Gesammelte Werke* en 1888-89.

Pond. — Quand Maskelyne, à l'âge de soixante-dix-huit ans et jouissant de la vénération de toute l'Europe, quitta ce monde, le successeur qu'on lui donna, John Pond, était un homme dans toute la force de l'âge, puisqu'il était né en 1767. Pendant qu'il faisait ses études classiques, entravées par sa mauvaise santé, il eut pour professeur de Mathématiques un ancien compagnon de Cook, M. Wales, qui avait pris part au second voyage du grand navigateur et, auparavant, observé le passage de Vénus à la baie d'Hudson, le 3 juin 1769. Le maître s'efforça d'intéresser son disciple à la science du ciel, et y réussit au delà de toutes ses espérances.

M. Pond était très habile dans la Mécanique appliquée. Avant d'être appelé à Greenwich, il s'était fait construire un observatoire particulier où il établit un instrument d'azimut et de hauteur construit sur ses plans par Troughton. C'est là que, pour la première fois, des microscopes furent substitués aux verniers. Les observations que Pond fit avec cet appareil lui montrèrent avec évidence que le grand quart de cercle mural de l'observatoire royal était notablement déformé.

Quand il eût succédé à Maskelyne, le premier soin du nouveau directeur fut d'obtenir une augmentation considérable du personnel. Ses prédécesseurs n'avaient jamais eu qu'un aide ; M. Pond en eut six.

Il est tout naturel qu'un homme ainsi doué se soit surtout porté du côté de l'Astronomie instrumentale Il commença par faire monter un cercle mural que Maskelyne avait commandé dans les derniers temps de sa vie, et s'en servit pour déterminer, avec une précision sans exemple, les déclinaisons de quarante-huit étoiles. Bessel trouvait que ce travail était le *nec plus ultra* de l'Astro-

nomie moderne. L'appréciation si flatteuse de Bessel et aussi des autres astronomes allemands, comme Olbers, put encourager Pond dans les luttes qu'il eut à soutenir contre ses compatriotes, car il fut violemment attaqué à diverses reprises, et ses adversaires allaient jusqu'à l accuser de fausser les résultats de ses observations.

Il put remplacer la vieille lunette méridienne de Graham par un instrument moderne, construit par Troughton et dont les dimensions parurent gigantesques, car la distance focale était dix pieds, et l'ouverture de l'objectif cinq pouces. — En plus de cette lunette, il avait encore un équatorial dont lord Liverpool avait fait présent à l'observatoire, et il put déterminer les parallaxes d'un certain nombre d'étoiles.

Enfin, à côté du cercle mural dont nous avons déjà parlé, il en installa un autre qui avait été primitivement destiné à l'observatoire du Cap. — On observait les mêmes étoiles à ces deux instruments, à l'un directement, à l'autre par réflexion sur un bain de mercure. On avait ainsi le moyen de comparer les inexactitudes relatives de ces deux cercles.

Fatigué des luttes qu'il avait à soutenir, et souffrant d'une grave maladie, Pond se retira à la fin de l'année 1835 et mourut quelques mois après. — Son successeur, M. Airy, est presque notre contemporain.

Airy. — George Biddel Airy, né en 1801, ne mourut qu'en 1892 ; dès 1822, il était déjà un astronome consommé, s'occupant à la fois de Mécanique céleste et du perfectionnement des appareils servant aux observations. Aussi, dès l'âge de 25 ans il fut nommé directeur de l'observatoire de Cambridge et professeur d'Astronomie

à la célèbre université de cette ville. — De ses observations, faites pendant sept ans, il déduisit un catalogue de 726 étoiles. En même temps, il s'occupait de Physique transcendante, et spécialement d'optique, où il marcha sur les traces de Fresnel.

Un tel homme ne pouvait rester indéfiniment dans une position relativement secondaire. Quand Pond eut démissionné, M. Airy fut tout naturellement appelé à prendre sa place.

Pond, qui n'était point calculateur, avait remarquablement organisé son bureau de calculs, où il avait su faire régner une rigoureuse discipline. — M. Airy sut encore perfectionner l'organisation de ce bureau, qui devint un modèle qu'on s'efforça d'imiter dans tous les observatoires.

C'est ce qui arriva notamment à Poulkova : « Quiconque a eu l'occasion, écrit W. Struve, comme plusieurs de nos astronomes l ont eue, par un séjour réitéré sous le toit hospitalier de M. Airy, de voir et d'étudier les arrangements que l'Astronome royal a pris, pour effectuer une marche uniforme des réductions, et qui conduit à une publication régulière et prompte des *Annales* de Greenwich, a dû les admirer et les regarder comme un modèle, digne d'imitation où l'occasion se prête ».

C'est également Airy que Le Verrier prit pour modèle quand il organisa le bureau des calculs de l'Observatoire de Paris.

Le bureau de Greenwich eut, à cette époque, un surcroît de besogne énorme, tenant à ce qu'il fallait, non seulement réduire les observations courantes, mais qu'il y avait un arriéré considérable, remontant à Bradley, et qu'on voulait mettre à jour. Toutes les observations planétaires, faites depuis 1750 jusqu'en 1830, furent réduites

et comparées directement aux Tables, le *Nautical Almanac* publié dans cet intervalle étant insuffisant. — C'était une œuvre considérable qui nécessita un nombre de collaborateurs qui aurait semblé exorbitant à beaucoup d'administrations. M. Airy eut jusqu'à 21 calculateurs sous sa direction[1].

Au point de vue instrumental, M. Airy a obtenu aussi des résultats importants : et d'abord, il fit construire le premier cercle méridien dont on ait fait usage : on sait que cet appareil est formé par la réunion de l'ancien cercle mural, qu'on emploie encore quand on le possède, mais dont on ne construit pas de nouveaux exemplaires, avec la lunette méridienne. — L'objectif de ce nouvel instrument a 22 centimètres d'ouverture et $3^{m}90$ de distance focale. C'était alors un instrument d'une grandeur extraordinaire, et, dans ce genre, on n'aurait rien trouvé de comparable dans le monde entier. — A l'heure actuelle encore, il n'y a qu'un seul instrument méridien dont les dimensions soient plus considérables, c'est celui que Le Verrier, vers 1860, fit construire pour l'Observatoire de Paris, et qui, vu sa grandeur, n'est pas réversible.

En même temps, on cessa d'observer les ascensions droites par le vieux procédé « de l'œil et de l'oreille », et désormais les observations furent inscrites ou moyen d'appareils chronographiques.

D'autre part, un grand altazimut, installé en 1844,

[1] On ne s'en tint d'ailleurs pas à la réduction d'observations faites à l'observatoire même ; on y ajouta celles qu'avaient faites Fallows au Cap, Groombridge à Blackheath, Catton à Cambridge. Ces dernières sont des observations d'éclipses des satellites de Jupiter, ou d'occultations d'étoiles par la Lune.

permit d'observer la Lune en dehors du méridien. Dans un autre ordre d'idées, on adjoignit à l'observatoire proprement dit un autre observatoire, à la fois météorologique et magnétique, où l'observation directe des phénomènes est complétée par l'emploi de nombreux appareils enregistreurs[1].

Cette activité porta ses fruits ; dès 1843 M. Airy publiait un catalogue de 1439 étoiles d'après les observations faites de 1836 à 1841, et ce catalogue a été suivi de plusieurs autres.

Il va sans dire que l'observatoire de Greenwich a fait bien d'autres publications. — Les magnifiques volumes in 4°, ou l'on trouve, avec tous les détails que l'on peut souhaiter, les observations faites journellement dans cet établissement, forment une véritable bibliothèque.

L'Astronomie de position est, par tradition, le but principal des astronomes de Greenwich, toutefois, sous la direction de M. Airy, d'autres branches d'études sont venues s'y ajouter. D'abord, et dès 1859, on installa un grand équatorial ayant 32 centimètres d'ouverture et 5m60 de distance focale, qui fut pendant longtemps considéré comme un instrument de premier ordre, mais que sont venus remplacer depuis un grand équatorial de 711 millimètres d'ouverture et 8m,54 de distance focale, et un autre équa-

[1] On sait que dans les splendides jardins botaniques de Kew, il existe un observatoire météorologique des plus remarquables ; dans la même localité il y avait encore tout récemment un service d'observation des chronomètres, analogue à ceux qui se trouvent à Genève, à Neuchâtel ou à Besançon, mais cet institut vient d'être transporté à Teddington. — A Greenwich, on ne s'occupe que des chronomètres appartenant à la Marine militaire.

torial, plus compliqué, car il est formé par la réunion d'une puissante lunette et d'un gigantesque télescope de Cassegrain, pouvant servir comme instrument photographique. C'est M. Christie, successeur d'Airy, qui a fait monter ces deux instruments. (A propos de ce grand équatorial, voir l'*Observatory*, 1914).

Ajoutons enfin qu'à Greenwich, comme à South-Kensington [1], comme à Dehra-Dun, dans l'Inde, comme à l'île Maurice, on s'occupe maintenant beaucoup de photographie solaire. Les observatoires de Meudon, de Potsdam [2], enfin la Société des spectroscopistes italiens, fondée en 1871 par le P. Secchi et Tacchini, et dont le siège principal est l'observatoire de Catane, en Sicile, rivalisent à cet égard avec les observatoires anglais que nous venons d'indiquer.

Quand M. Airy se retira, il y avait 46 ans qu'il portait le titre d'astronome royal et il était octogénaire. Il n'avait pourtant pas renoncé à poursuivre ses travaux, et, en 1886, il publia sa *Numerical Lunar Theory*, dont l'idée fondamentale est féconde, mais dont l'exécution matérielle n'a pas répondu à l'attente des lecteurs [3].

Il avait conservé toutes ses forces peu de mois avant

[1] L'observatoire de South-Kensington a été longtemps dirigé par l'illustre Sir Norman Lockyer.

[2] Nous regrettons de ne pouvoir nous étendre sur cet observatoire créé après 1871, et payé avec nos milliards. — La *Deutsche Seewarte* de Hambourg, établissement météorologique modèle, a la même origine. — L'observatoire de Potsdam se compose, en réalité, de trois observatoires distincts, consacrés à l'étude de l'Astrophysique, de la Physique du globe et de la Géodésie.

[3] Nous n'avons pu faire mention de tous les travaux d'Airy, rappelons seulement ici ses recherches sur la théorie des ma-

sa mort, mais une chute abrégea sa vie et il mourut le 2 janvier 1892, étant dans sa quatre-vingt-onzième année.

Son successeur fut M. Christie (né en 1845), qui s'est retiré en 1910, et a été remplacé par M. F. W. Dyson.

rées et ses expériences faites au fond d'une mine pour la détermination de la densité moyenne de la Terre.

CHAPITRE XV

L'ASTRONOMIE FRANÇAISE AU XIXe SIÈCLE

Nous nous sommes étendu longuement sur l'histoire de l'Astronomie en Allemagne et en Angleterre, et nous avons dû, à regret, abréger beaucoup. — Nous aurions vivement souhaité, en particulier, pouvoir insister sur les travaux faits par des astronomes anglais, soit dans les observatoires royaux de Dublin et d'Edimbourg, soit au Cap de Bonne-Espérance, où il y a un observatoire de tout premier ordre et aussi dans les autres colonies anglaises, notamment aux Indes, où l'on emploie avec profit des assistants indigènes, et en Australie. Nous aurions aimé à faire ressortir le mérite des amateurs de la science, qui ont parfois consacré au progrès de celle-ci des sommes considérables ; tels furent lord Rosse, MM. Lassell, Carrington, Warren de la Rue, etc, mais il faut nous borner, et revenir dans notre pays.

A la fin du XVIIIe siècle, l'Astronomie ne pouvait être en France qu'une science populaire, et l'on fit pour elle deux grandes choses.

En premier lieu, la Convention nationale, chargea Prony (1755-1839) de composer de nouvelles tables de logarithmes, qui devaient « former le monument le plus vaste, le plus imposant qui eût jamais été exécuté ou même conçu ».

C'était un programme difficile à remplir, mais Prony se montra à la hauteur de sa tâche. Se réservant la

direction supérieure du travail. il eut sous ses ordres quelques savants auxquels il donnait ainsi le moyen de vivre dans un temps difficile : ceux-ci étaient chargés de mettre au point le travail purement matériel, confié à des manœuvres, (au nombre de 60 à 80), qui ne savaient que l'addition et la soustraction, et qui se recrutèrent surtout, dit-on, parmi les perruquiers que les changements dans la mode avaient réduits au chômage. Des efforts de tout ce personnel, il résulta des Tables manuscrites formant dix-sept volumes in-folio, où l'on trouve les logarithmes des 200.000 premiers nombres avec 14 décimales, et diverses Tables trigonométriques sur le détail desquelles nous ne nous étendrons pas.

Il existe, à l'Observatoire de Paris et à la Bibliothèque de l'Institut, deux copies de ce grand travail, qui n'a pas rendu tous les services qu'on en pouvait attendre, puisque, depuis plus d'un siècle, aucun des gouvernements qui se sont succédé en France n'a voulu faire les frais de son impression, mais on l'a consulté maintes fois avec profit, notamment lorsque le Service géographique de l'Armée a publié des Tables.

D'un autre côté, par une loi[1] datée du 7 messidor An III (25 juin 1795), la Convention Nationale institua le Bureau des Longitudes, qui se composait primitivement de deux géomètres, (Lagrange et Laplace), de quatre astronomes (Lalande, Cassini, Méchain et Delambre), de deux anciens navigateurs (Borda et Bougainville) d'un géographe (Buache) enfin d'un artiste, Caroché[2].

[1] Ce fut Grégoire, évêque constitutionnel de Blois, qui présenta le rapport qui précéda le vote de cette loi.

[2] Depuis cette époque, la composition du Bureau a été plu-

C'était l'imitation d'un institut existant en Angleterre depuis 1766 et supprimé en 1816 ; mais, tandis que les attributions du Bureau anglais se bornaient à la composition du *Nautical Almanac*, le Bureau français devait publier, outre la *Connaissance des Temps*, un *Annuaire* « devant être propre à régler tous ceux de la République ». Cette dernière publication a particulièrement valu au Bureau des Longitudes la faveur populaire, depuis qu'Arago, et, après lui, bien des savants éminents, se sont fait un devoir d'enrichir cet *Annuaire* de notices où ils se sont efforcés de mettre non seulement à la portée du public les vérités les plus importantes, de l'Astronomie et de la Physique du globe, mais aussi de lui faire connaître les machines à vapeur, le transport électrique de la force ou la télégraphie sans fil, enfin, d'appeler son attention sur une foule de questions usuelles.

Il était, de plus, chargé de faire chaque année un cours public d'Astronomie (c'est là l'origine de *l'Astronomie populaire* d'Arago), de vérifier les instruments nautiques destinés à la Marine, de perfectionner les Tables astronomiques et les méthodes de détermination des longitudes, les cartes magnétiques et surtout les cartes hydrographiques, qui laissaient beaucoup à désirer, notamment celles de la Méditerranée. Le Bureau devait, enfin, s'occuper de Météorologie.

C'étaient là des attributions bien vastes, et assurément, dix personnes, quelle que fût leur capacité, étaient loin de pouvoir y suffire. Des corps spéciaux, tels que le Dépôt de la Guerre, le Dépôt des Cartes et Plans de la Marine,

sieurs fois remaniée ; il ne nous semble pas utile de faire l'historique de ces changements.

plus tard le Bureau Central Météorologique, durent se charger du détail de tous les travaux qui, si l'on s'en était rapporté au texte de la loi, eussent dû être confiés au Bureau des Longitudes, et celui-ci, en dehors de ses attributions purement astronomiques, ne joua plus que le rôle d'une Académie, d'un corps consultatif.

Enfin, le Bureau était chargé d'administrer l'Observatoire de Paris et celui de la « ci-devant Ecole Militaire », d'indiquer aux Comités de Marine et d'Instruction publique le nombre des observatoires à conserver ou à établir au service de la République, de correspondre avec les établissements analogues, en France et à l'étranger.

Un certain nombre de membres du Bureau s'établirent à l'Observatoire et ils firent usage des instruments qu'on y trouvait. Il n'y avait pas de directeur en titre, mais un adjoint du Bureau, plus tard titulaire et membre de l'Institut, se créa bientôt une situation prépondérante, toutefois, par la suite, l'influence d'Arago devait contre balancer la sienne. C'était Alexis Bouvard (1767-1843), Savoyard d'origine, qui était venu se placer à Paris comme domestique. Comment s'était-il instruit? Nous l'ignorons, mais on peut affirmer que ce n'est pas à l'école de Lalande, qui n'aurait pas manqué de le dire dans les compléments de sa *Bibliographie astronomique*. Quoi qu'il en soit, la vieille comtesse qui l'avait pris à son service n'était pas très satisfaite de savoir que son valet passait les nuits à regarder les astres par la fenêtre de sa mansarde et que celle-ci renfermait des instruments très singuliers. — Alexis aurait-il été sorcier? Il avait cependant toutes les allures d'un honnête garçon.

Toujours est-il que quand Cassini se fut retiré de l'Observatoire, c'est Bouvard qui le remplaça. On lui doit la

découverte de plusieurs comètes, mais c'est surtout comme calculateur qu'il s'est distingué. Pendant de longues années, c'est lui qui fit tous les calculs de la *Connaissance des Temps*, et, en outre, il fut l'auxiliaire de Laplace et l'aida à mener à bonne fin la multitude de calculs numériques qu'exigeait la composition de la *Mécanique céleste*.

Deux membres du Bureau ont joué un rôle plus important dans la science qu'Alexis Bouvard. Nous allons nous occuper d'eux.

Biot. — Jean-Baptiste Biot était né à Paris en 1774, il mourut dans la même ville en 1862. Il venait de sortir du collège quand la Révolution éclata ; et il prit part aux guerres qui en furent la conséquence et servit comme canonnier à l'armée du Nord. Dès la création de l'Ecole Polytechnique, il y entra (1795). Quand il en sortit, il fut quelque temps professeur à l'école centrale de Beauvais, et c'est à cette époque qu'il se lia avec Laplace ; Biot a raconté les circonstances qui le mirent en rapport avec le grand géomètre dans une lecture qu'il fit à l'Académie française, le 5 février 1850.

Dès l'année 1803, il était membre de l'Institut.

Physicien et astronome, on le voit, le 24 août 1804, s'élever en ballon avec Gay-Lussac. Le but principal de cette ascension était de vérifier si, comme le prétendait de Saussure, l'intensité de la force magnétique s'affaiblissait sensiblement quand on s'éloignait de la surface de la Terre. Ils atteignirent une hauteur de 4 000 mètres, et il ne sembla pas que l'opinion de Saussure fût fondée. Ce fut aussi la conclusion des expériences que Gay-Lussac fit pendant une autre ascension où il n'avait pas de com-

pagnon (16 septembre 1804), et pendant laquelle il s'éleva à plus de 7 000 mètres.

Biot, et, avec lui un jeune astronome, qui venait d'entrer à l'Observatoire et qui s'appelait François Arago, proposèrent de reprendre en Espagne la mesure de la méridienne interrompue par la mort de Méchain. Laplace les soutint de toute son autorité, et ils eurent la joie de voir leur projet accepté et d'être chargés de le mettre à exécution. Tout le monde connaît les détails de cette expédition, car Biot les a racontés dans ses *Mélanges scientifiques et littéraires* et Arago dans l'*Histoire de ma jeunesse*. Le résultat de leurs travaux fut que la méridienne de France se trouva prolongée jusqu'à la petite île de Formentera. On sait que, à une époque récente, on a réussi à obtenir des signaux visibles par-dessus la Méditerranée, si bien que cette méridienne atteint la terre d'Afrique, et s'étendra sans doute, un jour, jusqu'au Dahomey.

Une chaire d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Paris récompensa Biot de sa participation à ce travail [1]. Cela lui fut une occasion d'écrire un *Traité d'Astronomie physique* qui eut trois éditions, dont la dernière, qui forme cinq volumes grand in-8° parut de 1841 à 1857 [2]. Dans cet ouvrage, l'auteur s'est borné, c'est lui qui nous l'apprend, à composer un livre relativement élémentaire ; il a voulu résumer, avec une précision fidèle, les travaux des inventeurs et montrer clairement la marche des idées, la succession des efforts par lesquels on est arrivé, progressivement, de l'appréciation empirique des mouvements

[1] Il fut aussi professeur de Physique au Collège de France.

[2] Le grand âge de M. Biot ne lui a pas permis de traiter de toutes les questions dans cette édition de son ouvrage. La théorie de la Lune, par exemple, ne s'y trouve pas.

planétaires à leur intelligence théorique, telle que nous l'avons aujourd'hui. Ces études rétrospectives, selon Biot, n'ont pas seulement pour utilité de faire connaître à la jeunesse studieuse ce que la science moderne doit aux grands observateurs qui l'ont préparée ; en les montrant ainsi à ses yeux dans l'exercice de leur génie, luttant avec une infatigable patience contre l'imperfection des instruments et des méthodes de calcul, il espère lui apprendre comment une sagacité habile et persévérante peut distinguer, saisir les lois abstraites des phénomènes à travers le chaos de données imparfaites, et, en même temps qu'il lui communique la connaissance de ces lois, l'instruire dans l'art de les découvrir.

Conduire ainsi le lecteur à découvrir par lui-même le principe de la formation de ces périodes numériques célèbres, qui ont fourni le premier document sur lequel toute l'Astronomie planétaire a été établie semble plus satisfaisant et plus utile à l'auteur que de lui faire accepter directement les résultats tirés des observations modernes, en lui laissant ignorer les efforts d'invention et de travail par lesquels on les a primitivement obtenus.

En particulier, les travaux de Képler ont attiré, à juste titre, l'attention de M. Biot :

« J'ai continué de diriger le lecteur, nous dit-il dans la préface de son dernier volume, par cette même voie d'invention et de découvertes progressives, dans toutes les autres parties de l'astronomie planétaire ; lui exposant d'abord les méthodes d'observation ou de calcul au moyen desquelles on constate les caractères généraux des orbites que les planètes décrivent ; leur constitution sensiblement plane ; la position de leurs nœuds et leurs inclinaisons sur l'écliptique ; puis les formes de ces orbites, les lois des

mouvements intérieurs suivant lesquels les planètes y circulent ; et les rapports qu'ont entre eux ces mouvements dans les différentes orbites, à mesure qu'elles sont plus distantes du Soleil. Tous ces problèmes ont été complètement aperçus et abordés pour la première fois par Képler. Toutes les méthodes qui les résolvent ont été successivement inventées et appliquées par lui dans son admirable ouvrage intitulé *De Stella Martis* C'est là que je les prends ; et en les présentant d'après lui, avec ses nombres, dans l'ordre de nécessité logique qui les lui amène, je suis pas à pas la marche de son génie et je montre le rare assemblage de qualités qui le distinguent : la justesse de son coup d'œil pour découvrir la voie droite qui mène à la vérité à travers les préjugés séculaires de la science antique ; son invariable constance à la débarrasser des obstacles qui l'encombrent ; les hardiesses de divination qui le conduisent ; les tentatives heureuses ou malheureuses qui tour à tour l'approchent du but ou l'en éloignent, sans jamais le décourager, ni lasser sa patience, jusqu'à ce qu'enfin il arrive au succès définitif qui a couronné ses immenses travaux. Quoi de plus attachant, de plus profitable pour de jeunes esprits, que l'instruction puisée à une pareille école, où ils trouvent l'occasion inappréciable d'apprendre toutes les méthodes, toutes les découvertes fondamentales de l'Astronomie planétaire, par l'exemple et les leçons mêmes de celui qui l'a créée ? »

Cette citation, dont on voudra bien excuser la longueur, nous semble avoir l'avantage de bien faire voir quel est le plan de l'ouvrage de Biot, plan auquel on trouvera peut-être quelque analogie avec celui que Delisle s'était proposé de suivre dans le *Traité complet d'Astronomie exposée*

historiquement et démontrée par les observations, pour lequel il avait réuni tant de matériaux, mais que, malheureusement, il n'a pas rédigé.

Après la paix de 1815, M. Biot revint à la Géodésie. Il avait jadis répété les expériences de Borda sur la longueur du pendule battant la seconde, et mesuré cette longueur en compagnie de Mathieu, sur différents points de l'arc compris entre Perpignan et Dunkerque et en diverses localités situées le long du 45e parallèle ; il alla répéter la même expérience au fort de Leith, puis aux îles Shetland ; c'est dans la petite île d'Unst, la plus boréale de tout cet archipel, qu'il établit ses appareils. Enfin, au retour, il retrouva Arago à Londres ; Alexandre de Humboldt vint se joindre à eux et ces trois observateurs hors de pair, auxquels l'astronome royal, Pond, offrit toutes les facilités qu'ils pouvaient souhaiter, mesurèrent la longueur du pendule à l'observatoire même de Greenwich.

Le *Recueil d'observations géodésiques, astronomiques et physiques* publié en 1821, contient les travaux de cette nature faits par Biot et Arago.

Quelques années après, M. Biot alla répéter les mêmes expériences en Italie. notamment au milieu de la région volcanique de la Sicile, aux îles Lipari. De là, il retourna à Formentera, où il recommença ses expériences, et détermina encore une fois la latitude.

Toute sa vie, M. Biot s'intéressa aux problèmes de la Géodésie. En 1857, âgé de 83 ans, on le voit, à propos d'une communication que W. Struve avait faite à l'Académie des Sciences sur la mesure du grand arc de méridien russo-scandinave et sur celle de l'arc de parallèle qui s'étend de Brest à Astrakan, soumettre à la Compagnie

une note où il expose quelles sont, à son avis, les modifications qu'il faut apporter au plan de ces œuvres grandioses. Il demande, notamment, que l'on détermine, par le procédé moderne de la télégraphie électrique, les longitudes des points principaux du réseau de triangles qui couvre la plus grande partie de l'Europe, réseau dont la mesure trigonométrique doit, selon lui, être regardée comme suffisante encore, bien qu'elle date déjà d'un demi-siècle.

La question des réfractions est une de celles dont Biot s'est le plus occupé, il lui a consacré plusieurs mémoires, insérés dans les *Additions* de la *Connaissance des Temps*, et a eu, à propos de cette question, une longue discussion avec M. Faye.

L'âge n'empêcha point M. Biot de travailler, il continua à s'intéresser aux sciences expérimentales ; c'est ainsi qu'on le voit encourager un jeune chimiste qui s'appelait Louis Pasteur, l'inviter à répéter devant lui ses premières expériences et présenter ses mémoires à l'Académie, mais, en même temps, avec les années, son goût pour les études historiques alla sans cesse en s'accroissant. Le *Journal des Savants* lui permettait de rendre compte au public d'une multitude de travaux qui méritaient d'arrêter son attention, travaux de tous les genres imaginables. C'est là qu'il exposa ses principales vues sur l'histoire de l'Astronomie indienne et chinoise, c'est là aussi qu'on trouve ses études sur Newton, dont il a écrit la meilleure et la plus complète biographie que l'on connaisse, c'est là, enfin, qu'il donna au lecteur non mathématicien, mais doué de quelque puissance d'attention, le moyen de se faire une idée à peu près exacte de la découverte de Neptune par Le Verrier.

Il réunit un certain nombre de ses articles sous le titre de *Mélanges scientifiques et littéraires*. On ne sait pourquoi il n'y a pas reproduit un travail remontant à sa première jeunesse, son *Essai sur l'histoire des sciences pendant la Révolution française* (1803) car la lecture de cet opuscule, devenu très rare, est des plus attachantes. Quoi qu'il en soit, l'Académie française apprécia le mérite littéraire de M. Biot, et lui donna le fauteuil de M. Lacretelle. Ce fut M. Guizot qui reçut le vieux mathématicien, à la séance du 5 février 1857.

M. Biot mourut le 3 février 1862. A l'Académie des Sciences, il eut pour successeur M. Ossian Bonnet, à l'Académie française, M. de Carné[1].

Arago. — On sait que ce grand astronome fut un véritable autodidacte et que c'est à peu près par ses propres efforts qu'il se prépara à l'Ecole Polytechnique, où il entra à l'âge de dix-sept ans. Tout le monde, en effet, a lu son *Histoire de ma jeunesse*, première partie de mémoires complets sur sa vie, dont on ne s'explique pas que la suite n'ait pas encore été publiée, alors que soixante-dix ans bientôt se sont écoulés depuis la mort d'Arago.

Nous avons déjà dit qu'il fut le collaborateur de Biot pour la prolongation de la méridienne en Espagne et l'on connaît les événements dramatiques qui lui arrivèrent. Les risques de mort auxquels il fut exposé, sa captivité, d'abord en Espagne, plus tard chez les Maures d'Algérie font que la vie d'Arago, du moins au commencement de

[1] Il appartenait aussi, en qualité de membre libre, à l'Académie des inscriptions et Belles-Lettres.

sa carrière, a été plus mouvementée que ne l'est d'ordinaire celle d'un savant.

Le 18 septembre 1809, à l'âge de vingt-trois ans, Arago était nommé membre de l'Académie des Sciences. C'était Lalande qu'il remplaçait.

Voici, d'après lui-même, quel était, à cette époque, son bilan scientifique :

« Au sortir de l'Ecole Polytechnique, j'avais fait, de concert avec M. Biot, un travail étendu et très délicat sur la détermination du coefficient des Tables de réfraction atmosphérique.

« Nous avions aussi mesuré la réfraction de différents gaz, ce qui, jusque-là, n'avait pas été tenté.

« Une détermination, plus exacte qu'on ne l'avait alors, du rapport du poids de l'air au poids du mercure, avait fourni une valeur directe du coefficient de la formule barométrique servant au calcul des hauteurs. »

« J'avais contribué, d'une manière régulière et très assidue, pendant près de deux ans, aux observations qui s'étaient faites de jour et de nuit à la lunette méridienne et au quart de cercle mural à l'Observatoire de Paris. »

« J'avais entrepris, avec M. Bouvard, les observations relatives à la vérification des lois de la libration de la Lune. Tous les calculs étaient préparés, il ne me restait plus qu'à mettre les nombres dans les formules, lorsque je fus, par ordre du Bureau des Longitudes, forcé de quitter Paris pour aller en Espagne. J'avais observé diverses comètes et calculé leurs orbites. J'avais, de concert avec M. Bouvard, calculé, d'après la formule de Laplace, la Table de réfraction qui a été publiée dans le *Recueil des Tables* du Bureau des Longitudes et dans la *Connaissance*

des Temps. Un travail sur la vitesse de la lumière, fait avec un prisme placé devant l'objectif de la lunette du cercle mural, avait prouvé que les mêmes Tables de réfraction peuvent servir pour le Soleil et toutes les étoiles [1].

Enfin, je venais de terminer dans des circonstances très difficiles la triangulation la plus grandiose qu'on eût jamais exécutée, pour prolonger la méridienne de France jusqu'à l'île de Formentera ».

Ce bagage scientifique parut suffisant à l'Académie, nonobstant l'opposition de Laplace qui eut quelque peine à accorder son suffrage au jeune astronome qui l'emporta sur Poisson. Celui-ci ne devint académicien que trois ans plus tard.

Académicien, membre du Bureau des Longitudes, professeur à l'Ecole Polytechnique, où il enseigna successivement des matières très différentes, Arago était un homme des plus occupés, aussi, lorsque le 7 juin 1830 [1], l'Académie le nomma son Secrétaire perpétuel, il quitta l'Ecole dont il avait été un des plus brillants élèves ; peu après, son département natal l'envoya à la Chambre des Députés. On connaît l'éclat de sa carrière politique, dont nous n'avons pas à nous occuper ici. Il fut également un des membres les plus influents du Conseil municipal de Paris.

S'il ne fut officiellement chargé de la direction des travaux de l'Observatoire de Paris qu'après la mort de Bouvard, en fait, il y avait longtemps que, dans ce grand établissement scientifique, aucune influence n'était plus capable de faire contrepoids à la sienne. C'est sous sa direction (mot impropre, nous l'avons dit), que l'Observa-

[1] Il prononça son premier éloge académique, celui de Fresnel, le 26 juillet suivant. Quelle activité !

toire s'enrichit d'une lunette méridienne et d'un grand cercle mural de Gambey [1]. (la division de ce cercle est un chef-d'œuvre), qui ont été employés jusqu'à une époque toute récente.

Les travaux personnels d'Arago sont très nombreux ; en 1812, on le voit, conjointement avec son beau-frère Mathieu [2], chercher à déterminer la parallaxe de la 61e du

[1] Henri Gambey (1787-1847), né à Troyes, mort à Paris, se forma à l'Ecole des Arts et Métiers de Châlons. Cet ancien ouvrier fut membre de l'Institut, et il méritait cette distinction par l'ingéniosité et le fini avec lesquels il construisait les appareils qu'on lui demandait dans l'intérêt de la science. Les théodolites de Gambey sont restés célèbres, ainsi que ses boussoles de déclinaison et d'inclinaison. — Constructeur de premier ordre, il fut aussi inventeur, et on lui doit un nouveau modèle d'héliostat. Rappelons que l'Observatoire possède un autre grand cercle construit par Fortin, qui a été longtemps en usage, et qui va entrer au Musée historique de l'Observatoire.

Le mot d' « Ecole d'Arts et Métiers » que nous venons d'écrire, nous rappelle qu'Arago fit longtemps partie du Conseil de perfectionnement de ces établissements. Il s'intéressa d'ailleurs toute sa vie à l'enseignement technique, et, en particulier ouvrit à l'Observatoire un cours où il enseigna les principes de l'horlogerie. — Plusieurs artistes distingués vinrent se former à ses leçons.

[2] Louis Mathieu (1783-1875), fut professeur à l'Ecole Polytechnique, et, pendant bien des années, rédigea la *Connaissance des Temps* et l'*Annuaire* du Bureau des Longitudes. Arago avait en lui une confiance absolue et n'aurait rien publié qui n'eût l'approbation de son beau-frère. Mathieu fut le père de Mme Laugier qui était, pour ainsi dire, la fille adoptive d'Arago, et remplit auprès de lui l'office du secrétaire le plus compétent et le plus dévoué. Lorsque l'ancien personnel de l'Observatoire, presque tout entier apparenté à Arago, fit à Le Verrier la guerre que l'on sait, c'était Mme Laugier qui était le véritable chef de ses ennemis.

Cygne, ils trouvèrent 0″,55 pour la parallaxe annuelle de cette étoile. Le détail des observations n'a d'ailleurs pas été publié.

Une vingtaine d'années plus tard, Bessel trouva 0″,31 pour cette même parallaxe, qu'on admet aujourd'hui valoir 0″,44 [1].

Si distingué qu'il fût comme astronome, Arago était plutôt physicien. La découverte de la polarisation chromatique (1811), de l aimantation du fer et de l'acier par l'action du courant voltaïque [2] (1820), du magnétisme de rotation (1825), feront vivre son nom éternellement.

En 1822, il détermina la vitesse du son par des expériences faites entre Montlhéry et Villejuif, mais, en 1738, les expériences ordonnées par l'Académie, et exécutées par Cassini de Thury, Maraldi et La Caille n'avaient pas été inférieures, pour la précision, à celles de 1822.

Quelques années plus tard, en compagnie de Dulong (à qui incomba d'ailleurs le plus gros de la besogne), il fit, dans la vieille tour carrée, (seul reste de l'ancienne église Sainte-Geneviève) qui se trouve dans les bâtiments du lycée Henri IV, les fameuses expériences qui eurent pour but de vérifier la loi de Mariotte, afin de fournir un manomètre auquel on pût se fier pour la mesure de la force élastique de la vapeur d'eau à des températures élevées. On sait que croyant, comme tous les savants de

[1] Voir Ch. André, *Traité d'Astronomie stellaire*, I, p. 274.

[2] Cette découverte amena Ampère à conjecturer que la vertu magnétique développée par un fil parcouru par un courant électrique serait plus forte si ce fil était disposé en spirale. — Le principe du télégraphe électrique était là.

leur époque, à la simplicité des lois de la nature, ils admirent que la loi de Mariotte est rigoureusement vraie, alors qu'elle n'est qu'approchée. Les expérimentateurs auraient voulu étudier de la même façon les autres gaz « permanents », mais des difficultés administratives les en empêchèrent.

Les résultats de ces expériences permettaient de connaître la pression de la vapeur d'eau dans une chaudière, pourvu qu'elle ne dépassât pas 29 atmosphères. Arago et Dulong déterminèrent donc (cette fois les expériences se firent à l'Observatoire), la force élastique de la vapeur d'eau à diverses températures qui s'élevèrent jusqu'à 225 degrés environ. C'étaient des expériences périlleuses, qui pouvaient coûter la vie à ceux qui les faisaient. Le danger d'explosion était manifeste, la vapeur s'échappait en sifflant par tous les joints de la chaudière, aussi bien construite pourtant qu'elle pouvait l'être à cette époque, mais les deux physiciens allèrent aussi loin que possible, sachant d'ailleurs parfaitement bien ce qu'ils risquaient, car, jadis, l'étude du chlorure d'azote avait coûté à Dulong deux doigts et un œil.

Tout cela prenait beaucoup de temps ; Arago, de plus, en qualité de Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences et d'homme politique[1], qui montait volontiers à

[1] Un homme politique doit toujours tenir compte du mauvais vouloir de ses adversaires. — Arago a peut-être été trop charitable en ne rappelant pas, dans sa notice sur le puits artésien de Grenelle, les railleries dont M. Guizot avait poursuivi cette entreprise. Selon le célèbre historien, c'était une « facétie » que d'aller chercher de l'eau à 600 mètres au-dessous du sol.

la tribune, et qui eut parfois de véritables succès oratoires, était surchargé d'occupations; cela explique donc que, sous sa direction, certains travaux aient été négligés à l'Observatoire de Paris. Ce n'est pas, comme on le croit parfois, qu'on ait peu observé dans cet établissement, c'était tout le contraire, car le nombre des observations méridiennes faites de 1837 à 1853 se montait à environ 200 000[1], seulement, ces observations avaient été faites sans règle précise, sans aucun plan systématique. Le pis, c'est qu'elles étaient demeurées à l'état brut; on ne les avait pas réduites au jour le jour, et, par une conséquence inévitable, on avait négligé de déterminer les éléments nécessaires pour le calcul de ces réductions. Quand il prit la direction de l'Observatoire, Le Verrier tira néanmoins de ces observations tout le parti possible, et les publia dans les *Annales* qu'il venait de créer, et d'un autre côté, pour assigner un but précis à l'activité des astronomes, il décida qu'on réobserverait les étoiles du catalogue de Lalande.

Nous avons suffisamment parlé des *Notices* qu'Arago insérait chaque année dans l'*Annuaire* du Bureau des Longitudes, et qui ont tant contribué à populariser cette publication. Parmi ces notices, il y en a deux qui nous semblent devoir être particulièrement signalées, l'une est celle qui se rapporte aux éclipses, et particulièrement à

[1] Dans la préface du Catalogue de l'Observatoire de Paris, on dit 20.000, mais c'est une faute d'impression évidente, car on voit dans une lettre qu'Arago adressa à Humboldt (*Œuvres d'Arago*, t. XII, p. 5), que pendant la seule année 1837, le nombre des observations méridiennes faites par trois astronomes se servant des instruments de Gambey s'élevait à 11.700.

l'éclipse de Soleil du 8 juillet 1842. Arago alla observer ce phénomène à Perpignan, et il remarqua le premier les flammes rougeâtres qui entourent le Soleil et qu'on appelle aujourd'hui protubérances. Il ne dépendait pas de lui que la spectroscopie fût inventée et il ne pouvait reconnaître la nature de ces protubérances, mais si l'on songe qu'au moyen du polariscope, il avait, dès 1811, reconnu que la surface du Soleil est gazeuse, on doit le considérer comme le vrai précurseur de ceux qui, depuis un demi-siècle, ont tant augmenté nos connaissances sur l'astre central de notre système.

La dernière de toutes les notices dues à la plume féconde d'Arago est celle qu'il publia dans l'*Annuaire* de 1852 sur le phénomène de la scintillation des étoiles. Il y passe en revue toutes les explications qu'ont données de ce phénomène les philosophes et les astronomes depuis Aristote jusqu'à ses contemporains Kaemtz et Biot, et il finit par nous dire qu'il a cru pouvoir en proposer une nouvelle qu'il rapporte aux phénomènes des lames minces si minutieusement étudiés par Newton, mais ne s'y attache pas, ne voyant pas qu'on puisse prouver l'existence, dans notre atmosphère, l'existence de lames flottantes assez minces pour produire, par voie de transmission, le rouge, le vert, le jaune, etc. Somme toute, il croit que le mieux est de rattacher le phénomène de la scintillation aux interférences.

Nous serons très bref sur Arago homme d'Etat. En 1848, malgré son âge et ses infirmités, il n'hésita pas à se charger à la fois des ministères de la Guerre et de la Marine. A ce dernier poste il eut un auxiliaire des plus précieux dans la personne de M. Marec, fonctionnaire des plus capables et des plus laborieux. Il fit aussi partie

de la Commission Exécutive qui était, pour ainsi dire, un président de la République en cinq personnes. Au pouvoir, comme partout, il se montra le plus désintéressé des hommes et refusa toute espèce d'appointements. Il ne brilla pas moins par le courage, on le vit, presque aveugle et ne pouvant se soutenir qu'à l'aide d'une canne, aller en personne parlementer avec les défenseurs d'une barricade formidable qui se trouvait à l'entrée de la rue Soufflot, alors moins large qu'aujourd'hui. Tous ses efforts pour arriver à la pacification furent inutiles et le chagrin qu'il en ressentit avança sa fin. On sait que, malgré son refus de serment au gouvernement issu du Deux-Décembre, on le laissa mourir dans cet Observatoire qu'il avait illustré, mais le nouveau pouvoir savait bien qu'il n'aurait pas longtemps à attendre ; Arago mourut, en effet, le 20 octobre 1853.

Dans les derniers temps de sa vie, — où sa dernière joie fut d'apprendre qu'une magnifique expérience, dont il avait jadis conçu l'idée, venait d'être réalisée par deux jeunes physiciens, Fizeau et Foucault, et prouvait définitivement l'exactitude de la théorie des ondes — il s'occupa de mettre [1] en ordre ses manuscrits en vue de la publica-

[1] Arago employait alors dix heures par jour à dicter à ses divers secrétaires, Terrien, Goujon, et enfin Barral : « Aucune des nombreuses figures des pages dictées à M. Goujon, nous dit ce dernier, n'était faite. Chose singulière et bien remarquable, M. Arago, devenu à peu près aveugle, traçait dans son imagination les figures les plus compliquées, désignait les lignes par des lettres, ainsi qu'on a l'habitude de le faire, puis dictait comme si ces figures existaient, sans se tromper jamais. » — Barral dut donc reconstituer les figures de l'*Astronomie populaire.*

tion de ses œuvres complètes, qui parurent après sa mort et forment dix-sept volumes in-8°. C'est son dernier secrétaire, Barral, qui surveilla cette publication.

Arago a facilité les débuts de nombreux jeunes savants, parmi ceux-ci, avec Foucault et Fizeau, nous pouvons nommer Fresnel, qui, vers 1815 était un ingénieur des ponts et chaussées sans notoriété aucune, exilé, pour ainsi dire, dans un poste obscur à cause de ses opinions royalistes, et qui se consolait de sa disgrâce par ses travaux sur l'Optique. Beaucoup plus tard, c'est encore Arago qui décida Le Verrier à rechercher la cause inconnue des perturbations qu'éprouvait le mouvement de la planète Uranus, et le mit sur la voie de la grande découverte qui devait l'illustrer à jamais.

Ce n'est pas son moindre titre à la reconnaissance de la postérité.

CHAPITRE XVI

LES SUCCESSEURS D'ARAGO

Arago est mort il y a près de soixante-dix ans, c'est une période trop longue et trop remplie pour qu'on la passe entièrement sous silence. Nous allons donc essayer de résumer brièvement l'histoire de l'Astronomie française depuis 1853.

Le Verrier fut le successeur immédiat d'Arago, et sa nomination fut une vraie révolution à l'Observatoire, qui, depuis longtemps, était une vraie famille, car presque tous les astronomes de cet établissement avaient contracté des alliances avec des nièces ou cousines de son illustre chef. Arago n'était pas, pour ainsi dire, le directeur de l'Observatoire, il en était le patriarche. Quand on mit à leur tête, sans les avoir consultés, un homme dont la capacité n'était pas contestable, mais qui n'appartenait pas à leur tribu, les astronomes de l'Observatoire, à l'exception du seul Yvon Villarceau, se retirèrent, et Le Verrier dut se former un personnel entièrement nouveau.

Le Verrier (1811-1877) avait alors environ quarante ans, et il n'avait jamais observé. Mais il avait une capacité de travail énorme, pouvait se passer presque absolument de sommeil, et il se mit à la besogne avec une activité incroyable. Pour remplacer les astronomes dé-

missionnaires, il en fit venir de l'étranger (Œltzen, Lœwy) et il en forma d'autres, recrutés surtout à l'Ecole Normale (Wolf, Rayet, André, Gruey, Baillaud), il transforma, en l'améliorant, le vieux matériel astronomique et commanda de nouveaux instruments (le grand cercle méridien, l'équatorial de la tour de l'ouest, les deux équatoriaux du jardin, le grand télescope de Foucault).

Nous avons déjà dit qu'alors la réobservation des étoiles du catalogue de Lalande fut assignée comme but aux efforts des astronomes chargés du service méridien. Le Verrier, quoiqu'il ne fût plus tout jeune, se fit observateur et prit part à ces travaux. On détermina, par la télégraphie électrique, les longitudes d'un certain nombre de points importants du territoire français (Dunkerque, Le Havre, Bourges, Strasbourg, Carcassonne, etc.). Enfin, et ce n'est pas un de ses moindres mérites, le nouveau directeur organisa les études météorologiques en France, où, jusqu'alors, à la vérité, on avait fait beaucoup d'observations, seulement ces observations, faites par des particuliers animés de la meilleure volonté du monde, mais ne disposant que de ressources limitées, et qui d'ailleurs, à leur mort, étaient interrompues, ne donnaient pas des fruits proportionnés à ce qu'elles avaient coûté d'efforts. Sous Le Verrier, l'Observatoire se doubla d'un Bureau Central Météorologique (celui-ci n'a été organisé en institut distinct qu'en 1878).

Notons que tout cela se faisait sans que le Directeur de l'Observatoire interrompît ses immenses travaux de Mécanique céleste. Il a refait complètement l'œuvre de Laplace en lui donnant une extension prodigieuse. Avant sa démission, il avait donné la théorie du Soleil (autre-

ment dit de la Terre) et celle des autres planètes inférieures (Mercure, Vénus et Mars).

Jamais direction ne fut plus féconde. Une seule qualité manquait à Le Verrier. Il ne savait pas se faire aimer de son personnel. Au lendemain de la bataille d'Austerlitz, Napoléon disait à ses soldats : « Je suis content de vous. » Le Verrier ne le disait jamais.

Les astronomes de l'Observatoire ne soutinrent donc pas leur directeur quand celui-ci fut attaqué par les journaux. Le public, sans s'inquiéter des très réels et immenses mérites de l'homme, s'amusait de voir un haut personnage officiel, un sénateur, mis tous les jours snr la sellette. A l'Académie, les membres de la famille Arago (Laugier, Mathieu, etc.), faisaient la guerre à Le Verrier.

Ils avaient un auxiliaire redoutable, Charles Delaunay (1816-1872), qui était en fait de Mécanique céleste, l'émule de Le Verrier, mais qui, lui laissant tous les autres astres, s'était consacré uniquement à l'étude des mouvements si compliqués de la Lune. Sans y comprendre grand'chose, le public s'intéressait aux polémiques qui remplissaient les séances de l'Académie, et, en haut lieu, on s'applaudissait de ces querelles scientifiques qui, pensait-on, détournaient l'opinion de l'examen des questions politiques.

Au ministère de l'Instruction publique, alors dirigé par l'illustre Victor Duruy, on était très embarrassé. On aurait bien voulu trouver le moyen de profiter des rares qualités de Le Verrier sans avoir à souffrir de ses défauts. Le problème était insoluble.

Le Verrier donna sa démission le 8 février 1870. Il fut remplacé par Delaunay qui était un homme d'une très

haute valeur[1], mais qui n'eut pas le temps de faire ses preuves comme directeur, car il se noya accidentellement dans la rade de Cherbourg le 5 août 1872, et, en particulier, il ne put transporter l'Observatoire à la campagne, ainsi qu'il en avait été fortement question pendant les derniers temps de la direction de Le Verrier, au grand déplaisir de celui-ci.

Le Verrier était profondément impopulaire, mais le chef de l'Etat d'alors ne craignait pas les responsabilités. Au risque de se mettre une difficulté de plus sur les bras, M. Thiers replaça Le Verrier à la tête de l'Observatoire, se réservant de le surveiller lui-même. Souvent, même après le 24 mai, M. Thiers venait à l'Observatoire, se faisait montrer quelque curiosité céleste, les protubérances du Soleil, par exemple (nous tenons le fait du regretté M. Rayet), et, par la même occasion, il trouvait le moyen de savoir si M. Le Verrier avait toujours mauvais caractère. S'il en était ainsi, il lui lavait la tête en particulier.

Pendant les sept dernières années de sa vie, années qui furent particulièrement douloureuses, Le Verrier accomplit une œuvre gigantesque, en donnant la théorie des quatre planètes supérieures, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Il importe ici de ne pas passer sous silence le nom d'un de ses collaborateurs. à la fois très intelligent et très modeste, M. Gaillot, (1834-1921), qui sut l'aider à mener ses derniers travaux à bonne fin et qui en surveilla la publication.

[1] Les travaux de Delaunay sur la Lune, interrompus par sa mort prématurée, ont été continués par Tisserand. — De cette théorie, Radau a tiré les Tables de la Lune, utilisées aujourd'hui par la *Connaissance des Temps*.

A la mort du grand astronome, arrivée le 23 septembre 1877, peu de jours après celle de M. Thiers (3 septembre) le Gouvernement se trouva quelque peu embarrassé pour lui donner un successeur.

Il y avait deux candidats possibles, Tisserand (1845-1896) qu'on trouvait trop jeune et Lœwy (1833-1907), israélite autrichien qui était un astronome de très grand mérite, mais dont la naturalisation semblait trop récente.

On se tira d'embarras en confiant l'Observatoire à la sollicitude d'un digne et excellent homme, qui sans être un astronome proprement dit, était un des premiers hydrographes du monde, et, notamment, avait fait le levé de plus de mille lieues de côtes dans l'Amérique du Sud et fit plus tard des travaux du même ordre en Algérie et en Tunisie.

C'était le contre-amiral Mouchez (1821-1892), sur lequel l'attention du public scientifique avait été particulièrement attirée par la belle observation qu'il fit du passage de Vénus (8 décembre 1874) à l'île Saint-Paul, rocher presque inaccessible des mers du Sud, qui se trouve à peu près au milieu de la distance qui sépare du Cap de Bonne-Espérance, les côtes occidentales de l'Australie.

La direction de M. Mouchez fut signalée par deux choses importantes. C'est alors que la carte et le catalogue photographiques du ciel furent entrepris, et c'est aussi à la même époque qu'on commença la publication du catalogue d'étoiles qui résume tous les travaux d'observations méridiennes effectués à l'Observatoire pendant le XIXe siècle.

Après sa mort, la direction de Tisserand fut trop courte

pour qu'il pût faire autre chose que continuer les travaux entrepris par son prédécesseur. La fin prématurée de cet illustre astronome, digne successeur de Le Verrier, a été un malheur sans égal pour l'Astronomie française.

Son successeur, Lœwy, a eu plus de temps à sa disposition, et d'ailleurs, antérieurement, il jouissait à l'Observatoire d'une position à peu près indépendante qui lui a permis de mener à bonne fin la réalisation de divers projets qu'il avait conçus dès sa jeunesse, tels que l'étude, poussée jusqu'à la plus extrême limite, des erreurs instrumentales, et, en particulier, celle des divisions des cercles méridiens, la construction des équatoriaux coudés, etc. C'est à M. Lœwy, ainsi qu'à son éminent collaborateur, M. Puiseux, que revient la gloire d'avoir exécuté le magnifique Atlas photographique de la Lune, qui fera époque dans l'histoire de la Sélénographie.

La direction de M. Baillaud, successeur de Lœwy, profondément troublée par la guerre, est trop récente pour que nous puissions en parler. Disons seulement qu'à l'époque où nous sommes, il y a une question qu'il est urgent de résoudre, c'est le transfert de l'Observatoire de Paris à la campagne, en laissant subsister, bien entendu, le magnifique bâtiment actuel, auquel il sera facile de trouver une destination scientifique digne de son passé. Plus on tardera, et plus ce transfert sera coûteux et difficile, mais il est inévitable.

Si l'on a beaucoup travaillé à Paris depuis 1850, la province, de son côté, n'est pas restée inactive. Il y avait eu jadis des observatoires dans nos principales villes, ils ont repris une nouvelle vie, ils sont maintenant pourvus d'instruments modernes, au lieu d'avoir seulement

comme moyens de travail, les vieux instruments qu'on dédaignait à Paris [1].

Le Verrier avait créé une succursale de l'Observatoire à Marseille. C'est aujourd'hui un observatoire indépendant. L'observatoire de Toulouse, grâce à MM. Tisserand et Baillaud, est devenu un établissement moderne, comparable à ce qu'il y a de mieux à l'étranger. Un décret daté du 11 mars 1878 a créé des observatoires à Lyon, à Bordeaux et à Besançon. Ce dernier consacre une grande partie de son activité aux études chronométriques, comme il convient.

Il existe à Alger un observatoire où jadis, sous M. Bulard, on faisait surtout de la Météorologie. Aujourd'hui, grâce à M. Trépied, et à son éminent successeur. M. Gonnessiat, c'est un établissement de premier ordre, où, en particulier, on travaille activement à la carte du ciel.

Peut-être, dans quelques années, aurons-nous un grand observatoire au Maroc, contrée où, en certaines régions, la pureté du ciel est exceptionnelle, et un autre à Taïti, où l'on pourrait observer au zénith les plus belles merveilles du ciel austral, Mais, pour que ces rêves se réalisent, il faut avant tout disposer d'un personnel capable, et pour cela faire que la carrière de l'Astronomie soit vraiment avantageuse et que les jeunes gens qui qui pourraient s'y consacrer ne se sentent pas attirés vers des carrières moins pénibles et plus lucratives.

[1] C'est ainsi que pendant bien longtemps, on n'a eu à Toulouse, en fait d'instrument des passages, que la vieille lunette méridienne de Ramsden, que Cassini IV avait commandée en 1788.

CHAPITRE XVII

LA FONDATION DE L'OBSERVATOIRE DE POULKOVA

L'astronome français Delisle, nous l'avons vu, avait dirigé pendant vingt ans l'observatoire de Pétersbourg, et, dans la limite où le lui permettaient les instruments mis à sa disposition, s'était acquitté honorablement de sa mission, avait fait de grands travaux astronomiques en même temps que, aidé par un personnel qu'il avait dû complètement former, il avait dressé les premières cartes du vaste empire des czars, dont la géographie, jusqu'alors, était à peu près inconnue.

L'observatoire, qu'il avait illustré par ses travaux, fut détruit par un incendie le 5 décembre 1747, mais le dommage fut bien vite réparé. Parmi les astronomes qui succédèrent à Delisle, il faut nommer A.-N. Grischow (1726-1760), qui fit des observations correspondantes à celles qui occupèrent La Caille pendant son séjour au Cap[1]. Cet astronome, fort intelligent, sut faire doter son observatoire de grands et beaux instruments, que, par malheur, on ne put placer dans le bâtiment mis à la disposition de l'Académie. Il proposa donc de transporter l'observatoire à la campagne, mais, sans doute à cause de sa mort prématurée, ce projet n'eut pas de suite.

[1] Grischow fit ces observations dans l'île d'Œsel, qui se trouve à peu près sur le même méridien que le Cap.

Son successeur, Roumovsky (1734-1814) et ses assistants, ainsi que des astronomes étrangers appelés en Russie (Pictet et Mallet, de Genève, Ch. Mayer, de Mannheim) s'occupèrent avec succès de l'observation des passages de Vénus. Mais le principal objet de leur activité fut le perfectionnement de la géographie de l'empire ; en cela, ils marchaient sur les traces de Delisle ; mais on conçoit que ce but pratique ait éloigné la solution de l'établissement d'un nouvel observatoire, plus propre que l'ancien aux aventureuses recherches dans le ciel. Toutefois, on peut dire que le besoin ne cessa pas d'en être senti. La grande Catherine, qui aimait à faire parler d'elle, était sans doute sur le point d'en ordonner la construction quand elle mourut, mais on comprend que la longue période de guerres continuelles par laquelle commença le XIXe siècle ait empêché ses successeurs d'y songer.

Vers 1827, sous le règne de Nicolas Ier, le second des petits-fils de Catherine, on en revint à l'idée de créer un nouvel observatoire, placé dans les conditions les plus favorables au point de vue topographique, et pourvu des instruments les plus puissants et les plus précis que l'industrie pouvait fournir à cette époque. Il faut noter qu'on était au temps où, au point de vue mécanique, Repsold et Ertel, au point de vue de la taille des objectifs, le célèbre opticien de Munich, Frauenhofer, et ses successeurs, MM. Merz, avaient fait faire des progrès considérables à leur art.

On avait en outre un homme tout désigné pour la direction de l'observatoire colossal qu'on voulait créer : c'était Wilhelm Struve qui, fils d'un professeur de Mathématiques du collège d'Altona, était né dans cette ville le 15 avril 1793, vint suivre les cours de l'Université de

Dorpat, où il se distingua dans les études philologiques, auxquelles il devait revenir dans les dernières années de sa vie, quand sa carrière active fut terminée ; mais, dès 1813, il travaillait à l'observatoire de Dorpat, et enseignait l'Astronomie à l'Université, en qualité de professeur extraordinaire. Dès 1817, il publia un premier volume d'observations, et, l'année suivante il succéda à Huth (1763-1818) comme directeur. Son premier soin fut de se pourvoir d'un instrument de grandes dimensions, et il fut assez heureux pour être autorisé à commander un grand équatorial dont l'objectif avait 9 pouces français d'ouverture. Nous avons déjà dit que, pour les astronomes de ce temps-là c'était une chose prodigieuse. Struve se servit, dès 1824, de cet instrument pour étudier les étoiles doubles et multiples, et ses travaux en ce genre firent littéralement époque. Les *Mensuræ micrometricæ stellarum duplicium et multiplicium* se trouvent dans les bibliothèques de tous les observatoires. Il consacra, par la suite, plusieurs autres publications à ces objets célestes.

Après des discussions qui se prolongèrent, pendant plusieurs années, entre les membres de la commission académique chargée de présenter un projet définitif, en 1833, l'empereur Nicolas donna des ordres précis : la colline de Poulkova, située à 20 kilomètres au sud-ouest de Pétersbourg, était choisie pour l'emplacement du futur observatoire, auquel on accordait un terrain de 20 déciatines ou 22 hectares. En outre, à plus d'un kilomètre à la ronde autour de ce terrain, il était interdit de construire sans en avoir reçu l'autorisation du directeur de l'observatoire.

Celui-ci disposait, en outre, de crédits, pour ainsi dire, illimités. M. Struve se rendant à l'étranger pour visiter

les plus célèbres constructeurs d'instruments de précision, put donc leur commander les appareils les plus admirables que l'on eût vus jusqu'alors. Parmi ceux-ci, nous indiquerons les suivants :

1° Une grande lunette équatoriale, dont l'objectif a une ouverture de 14 pouces français ou 375 millimètres ; le célèbre instrument de Dorpat était donc dépassé de beaucoup. On l'employa surtout à l'étude des étoiles doubles.

2° Un héliomètre [1] semblable à celui de Koenigsberg, mais beaucoup plus grand.

3° Ertel, de Munich, fournit une grande lunette méridienne, et un grand cercle vertical, à peu près analogue au célèbre instrument de Piazzi ; en somme, une sorte de grand théodolite, qui sert principalement pour l'étude des réfractions.

4° Repsold, de Hambourg, fournit un grand cercle méridien et un instrument des passages pour l'usage dans le premier vertical. C'était un instrument tout nouveau, bien que Roemer l'eût proposé, il y avait bien longtemps, et que Bessel en eût montré, dès 1824, les avantages incontestables.

Avec cet instrument, on a déterminé les constantes de l'aberration et de la nutation ; Struve pensait pouvoir s'en servir pour déterminer des parallaxes ; malheureusement, les étoiles passant au voisinage du zénith à Poulkova ne promettaient point de parallaxes sensibles. L'avenir n'a point exaucé le vœu qu'exprimait le célèbre astronome,

[1] Le seul héliomètre qui existe en France est celui de l'observatoire de Strasbourg. Il est d'ailleurs de petites dimensions, et, paraît-il, en mauvais état.

qui désirait qu'on vérifiât la parallaxe de la 61e du Cygne par des observations faites dans le premier vertical à Palerme, et que de telles observations, faites à Taïti, servissent à déterminer celle de Sirius.

Il va sans dire qu'à côté de ces grands instruments, on en trouvait une multitude d'autres, qui servaient à l'intérieur de l'observatoire et à l'occasion étaient employés au dehors, car le directeur de Poulkova avait la charge de surveiller les travaux géographiques et géodésiques, auxquels l'ancien gouvernement russe attachait beaucoup d'importance. Il est à noter qu'à Poulkova on ne faisait pas d'observations météorologiques, si ce n'est celles qu'exigeait la réduction des observations astronomiques.

Ce matériel, si riche, s'est accru avec les années : c'est ainsi qu'en 1889, un nouvel équatorial ayant une ouverture de 762 millimètres, est venu s'adjoindre à l'ancien quatorze pouces, jadis tant admiré, mais de beaucoup dépassé depuis longtemps.

Quant au but que se proposait l'observatoire de Poulkova et qu'il n'a cessé de poursuivre depuis son origine, c'est l'étude de l'astronomie stellaire, considérée dans son ensemble. Aussi bien, nous sommes amenés à exposer les idées de W. Struve sur la constitution de l'univers.

A la différence de Herschel, Struve ne croit pas, et il paraît bien que son opinion est la plus vraisemblable, que les étoiles soient, en général, uniformément distribuées dans l'espace ; ses conclusions sont donc contraires à celles de l'illustre astronome anglais. Il assigne à la voie lactée la forme d'un anneau, et non pas celle d'une strate. Cet anneau commence à la distance des étoiles de 6e gran-

deur, pour la partie visible pour nous, et le Soleil se trouve plus près de la partie opposée ; il est placé dans le vide central de l'anneau, entouré du nombre des étoiles dispersées dans ce vide, mais qui est incomparablement plus faible en comparaison du nombre d'étoiles qui forment l'anneau [1].

Struve, désirant plus de contrôle pour ses idées, exprimait le vœu qu'un astronome, habitant l'hémisphère austral, entreprît le plus tôt possible, le dénombrement des étoiles allant jusqu'à la septième grandeur, qui se trouvent sur la moitié australe de la sphère céleste. Il ne vit pas l'accomplissement de son désir, car il mourut le 23 novembre 1864. Depuis 1858, il était à peu près incapable de travail, et, sur sa demande, son fils Otto (1819-1905) lui avait été adjoint. C'est seulement en 1874 que Gould [2] publia son *Uranometria Argentina*.

[1] Nous n'avons pas à parler des idées que les successeurs d'Herschel et de Struve ont émises sur la structure de l'Univers ; ces idées seront exposées, avec tout le développement qu'elles méritent, dans un autre volume de cette collection. Disons seulement qu'à l'heure actuelle, l'intérêt des astronomes se porte sur l'étude de cette grande question. En étudiant les mouvements propres de 2.400 étoiles de Bradley, comprises entre le pôle boréal et le 30° parallèle sud, M. Kapteyn a reconnu que ces étoiles forment deux groupes qui se meuvent dans deux directions distinctes ; les points de convergence de ces courants ont reçu le nom de *vertex*. — D'autres astronomes se sont occupés de cette même question, et ont trouvé des résultats parfois en contradiction avec ceux de M. Kapteyn. Peu importe, il y a là une mine de découvertes qu'on mettra plusieurs siècles à épuiser.

[2] Sur B. A. Gould (1824-1896), voir le *Bulletin astronomique*, t. XIV, p. 49.

M. Otto Struve a dirigé l'observatoire de Poulkova jusqu'en 1889. A cette époque, il fut mis à la retraite et passa ses dernières années dans le pays de Bade. Ses fils le suivirent et revinrent ainsi dans le pays d'où leur famille était originaire. L'un d'eux, M. Hermann Struve, qui a dirigé l'observatoire de Koenigsberg, qu'illustre encore le souvenir de Bessel, est mort le 12 octobre, et son frère Ludwig, qui avait dirigé l'observatoire de Charkow dans la Russie méridionale, ne lui a survécu que trois semaines.

Après M. Otto Struve, la direction du grand observatoire russe fut confiée à M. Bredichin (1831-1904) à qui sa santé ne permit de l'exercer que pendant cinq ans. Son successeur, M. Backlund, est mort en 1916.

Puissent les événements dont la Russie est le théâtre avoir épargné l'observatoire de Poulkova et ses riches collections !

CHAPITRE XVIII

LES IDÉES SUR LA CONSTITUTION DE L'UNIVERS

Notre monde solaire est le principal objet des études des astronomes, mais cet objet n'est pas unique La grandeur apparente des déplacements des astres qui le composent, la facilité que nous avons de mesurer ces mouvements, qu'il s'agisse de la rotation des planètes sur elles-mêmes, ou de leurs révolutions autour du Soleil, sont des choses qui attirent tout d'abord notre attention. Ce ne sont pas les seules qui en sont dignes. Aussi, bien que les difficultés pour le résoudre soient grandes, l'esprit humain ne peut se dispenser d'examiner le problème qui consiste à chercher ce qu'est notre petit monde solaire par rapport à l'ensemble des choses, à l'Univers.

Les observations d'étoiles. qui ont tout d'abord fourni des points de repère servant à fixer la position des planètes et à mesurer le temps, auront désormais une autre utilité : les changements qui se trouvent entre les positions d'un même astre, observées à des époques suffisamment éloignées l'une de l'autre, nous instruiront, soit sur les mouvements de notre propre globe [1], soit sur ceux du Soleil et de son cortège de planètes. Nous en verrons bientôt un exemple.

Ajoutons que c'est seulement depuis la découverte des

[1] C'est ainsi que le déplacement du point équinoxial dans le ciel nous a appris l'existence d'un mouvement de l'axe terrestre.

lunettes, qui nous ont appris l'existence de nébuleuses, les unes décomposables en une multitude d'étoiles, les autres qui semblent formées d'une masse gazeuse au milieu de laquelle des points offrant un peu plus de netteté visuelle que l'ensemble dont ils font partie donnent à penser que ce sont des astres qui se forment aux dépens de cette masse, depuis cette découverte, disons-nous, qu'on peut songer sérieusement à étudier ces questions et concevoir l'espérance de se faire une idée un peu exacte de la manière dont notre monde a pris naissance ; antérieurement, on ne pouvait faire que des conjectures très incertaines.

Nous allons passer en revue les idées des principaux astronomes sur la distribution des étoiles dans l'espace, et aussi sur les questions cosmogoniques.

Képler. — Les Anciens n'avaient pas été sans se préoccuper de l'immense système des étoiles fixes parmi lesquelles les quelques planètes qu'ils connaissaient faisaient bien petite figure, mais, réduits à observer à l'œil nu, il est clair qu'ils ne pouvaient espérer se faire une idée précise de l'énorme Univers ; les étoiles ne furent pour eux que des points de repère qui leur servirent à fixer les positions des planètes. La Lune et surtout le Soleil furent les principaux objets qui attirèrent leur attention, et les mouvements de ces deux grands luminaires célestes furent pour eux l'occasion de travaux très remarquables. Citons seulement, à propos des étoiles, Démocrite (né vers 470 av. J.-C.), qui devina que la Voie lactée est formée par un nombre prodigieux d'étoiles extrêmement rapprochées les unes des autres. Il ne pouvait en donner la preuve, mais c'était une vue de génie.

Les Anciens avaient connu quelques amas d'étoiles, qui sont visibles à l'œil nu, comme les Pléiades et les Hyades. La découverte des lunettes en fit connaître beaucoup d'autres, ainsi que des *nébuleuses* dont celle qui se trouve dans Andromède fut aperçue en 1612 par Simon Marius [1], et la grande nébuleuse d'Orion que Huyghens avait cru découvrir [2] en 1656, et il y a lieu de s'en étonner. Jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, le nombre de ces nouveaux astres n'augmenta que bien lentement.

Képler, dont le génie se portait volontiers vers tous les sujets, ne laissa pas de côté la Voie lactée ; il fit remarquer que, puisqu'elle ne diffère pas beaucoup d'un grand cercle de la sphère céleste, notre Soleil ne peut pas être bien éloigné du plan qui la contient.

Mais ses grands travaux sur notre Système solaire, sur l'Optique, sans compter ses polémiques religieuses et son immense correspondance, ne lui permirent pas de consacrer une part notable de son temps à étudier l'ensemble des étoiles et à chercher à en deviner la structure. Il en fut de même pour ses successeurs et l'on conçoit bien que pendant plus d'un siècle, Newton et ses disciples immédiats se soient occupés presque exclusivement de la marche des planètes et de celle de la Lune, ainsi que de la figure de la Terre. Ils ont bien employé leur temps.

Vers le milieu du XVIIIe siècle, on commença à se sentir

[1] Son vrai nom était Mayr : il vécut de 1570 à 1624 et fut astronome du margrave d'Anspach. Il prétendit avoir vu le premier les satellites de Jupiter et eut à ce propos une vive polémique avec Galilée.

[2] En réalité, Peiresc l'avait trouvée en 1610. — Voir aux *Comptes-Rendus*, séance du 3 avril 1916, une note de M. Bigourdan sur ce point.

à l'étroit dans notre Système solaire qui, à la vérité, ne s'étendait pas alors au-delà de Saturne. Un savant anglais, Thomas Wright [1], publia en 1750 un ouvrage qui était le résumé d'études entreprises depuis longtemps, et dont le titre est : « *An original Theory of new Hypothesis of the Universes*, in-4° ». Arago avait réussi à se procurer à grand peine l'ouvrage de Wright, et il le prêta à M. Otto Struve, qui, par suite d'un malentendu, crut que ce précieux livre lui avait été donné et le garda, si bien que le grand astronome français ne put lire et analyser l'œuvre de Wright. Il a exprimé le dépit que lui a inspiré cette confusion dans une note de l'*Astronomie populaire*.

Quoi qu'il en soit, il semble que ce livre si curieux mériterait bien d'être réimprimé ; un jour viendra sans doute, où l'illustre Société Royale astronomique de Londres ordonnera cette réimpression.

Sans l'avoir lu autrement que par extraits, le philosophe Kant, qui était fort instruit dans les sciences physiques, arriva à des conclusions peu différentes de celles de Wright. Par bonheur, son œuvre n'est pas, elle, inaccessible, et M. Wolf en a donné une traduction qui se trouve à la suite de son livre les *Hypothèses cosmogoniques* (1886).

Dans les écrits de Kant sur la structure de l'Univers,

[1] Né à Byers Green, aux environs de Durham en 1711, mort dans la même localité en 1786, fut successivement horloger, marin, mécanicien, professeur, graveur sur cuivre, etc. — Il finit par faire fortune en fabriquant des instruments scientifiques et se retira dans son pays natal. Il est probable qu'il a été observer à Québec le passage de Vénus de 1769. Cf. R. Wolf, *Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft*, t. XV, pp. 367 et sqq.

on trouve d'abord, en ce qui concerne l'origine de notre Système planétaire, une hypothèse qui a un point de départ commun avec la célèbre hypothèse que Laplace a développée dans la septième note de son *Exposition du système du monde*, c'est que notre monde solaire est le résultat de la transformation graduelle d'une nébuleuse animée à l'origine d'un mouvement de rotation qui se perpétue dans le mouvement des planètes autour du Soleil. Toutefois, il existe entre la nébuleuse de Kant et celle de Laplace, des différences essentielles. L'astronome français ne semble pas d'ailleurs avoir connu l'œuvre du philosophe allemand.

En ce qui concerne l'ensemble des astres, Kant cherche à perfectionner les idées de Wright. Ni l'un ni l'autre ne regarde cet ensemble comme une fourmilière d'astres dispersés sans ordre et sans dessein, mais ils croient que cet ensemble est organisé systématiquement.

La Voie lactée est ce qui attire surtout leur attention, et ils s'étonnent que cette zone si remarquable du ciel n'ait pas inspiré depuis longtemps aux astronomes des réflexions sur la distribution des astres dans l'espace. Le fait qu'elle suit sans interruption dans sa continuité la trace d'un grand cercle dans le ciel, facile à constater, est des plus frappants et des plus dignes d'attirer l'attention.

Il en résulte que notre Univers stellaire, dont la perspective céleste est la Voie lactée, forme un système plat, compris entre deux plans parallèles et relativement assez rapprochés ; notre Soleil se trouve à peu près au centre de cette couche, et, si nous voyons des étoiles dans toutes les directions imaginables autour de nous, elles se trouvent condensées dans des directions peu inclinées sur le plan de cette couche d'étoiles.

Un contemporain de Kant, le Mulhousien Johann Lambert [1] s'occupa beaucoup, entre autres sujets, de cette grande question de la structure de l'Univers.

Il était né le 26 août 1728 ; son père, qui exerçait le métier de tailleur, fit de son fils un de ses apprentis. Le jeune homme, tout en maniant l'aiguille et les ciseaux, trouva néanmoins le temps de se donner une instruction des plus étendues, mais il ne put, on le conçoit, acquérir l'usage du monde, aussi, quand, en 1764, il fut présenté au grand Frédéric, celui-ci s'étonna de la rusticité de ses manières, et cependant, le grand roi de Prusse avait souvent l'occasion de se trouver en contact avec des gens mal élevés, car il n'en manquait pas à sa cour.

Une circonstance heureuse pour Lambert fut d'être chargé de l'éducation des enfants du comte de Salis, qui habitait la ville de Coire. Il eut, aux années où il leur donna l'instruction élémentaire, assez de loisirs pour augmenter ses connaissances personnelles, et il jeta les bases de ses grands travaux. Il fit de nombreuses expériences sur des sujets variés, et les moyens les plus simples, les appareils les plus primitifs, qu'il construisait de ses mains, lui suffirent toujours.

Plus tard, il accompagna ses élèves à l'Université de

[1] Lambert paraît avoir eu des opinions peu favorables à la France, sans doute parce qu'il était très éloigné des idées de nos philosophes du XVIIIe siècle. Aussi, en Allemagne, a-t-on voulu en faire « ein patriotischer Elsaesser ». — Il suffit de remarquer qu'à cette époque, Mulhouse était une enclave de la République helvétique en Alsace et n'a été réunie à la France qu'en 1798, d'après le vœu de ses habitants. Lambert était d'ailleurs d'origine française, sa famille avait dû s'exiler à la suite de la Révocation de l'Edit de Nantes.

Goettingue, et les guida dans un voyage qu'ils firent en Hollande, en Angleterre et en France. Pendant ce voyage (1758) il publia un important mémoire *Sur les propriétés remarquables de la route de la lumière,* dont la lecture devait amener François Arago à l'étude des phénomènes optiques.

Lambert ne s'en tint pas là, et, plus tard, marchant sur les traces de Bouguer, il consacra un ouvrage important à la photométrie ; mais, ce qui nous intéresse davantage, c'est qu'en 1761 il publia ses *Insigniores orbitae cometarum proprietates.* C'est dans cet opuscule de 24 pages que se trouve le fameux théorème qui porte encore le nom de Lambert et que Lagrange trouvait « la plus belle et la plus importante découverte de la théorie des comètes ».

Mais de tous les ouvrages de Lambert, ses *Lettres cosmologiques sur l'ordre du Monde* (1761), écrites en allemand et dont il a lui-même traduit quelques-unes en français [1], est celui qui se rapporte le plus au sujet qui nous occupe pour le moment. Dans ce livre, Lambert se proposait de marcher sur les traces de Fontenelle et de répandre des idées saines sur la structure de l'Univers entier, comme le philosophe français l'avait tenté spécialement en ce qui concerne notre Système solaire, dans ses *Entretiens sur la pluralité des mondes.* — Il est à noter que lorsqu'il l'écrivit, Lambert ne connaissait pas

[1] Mérian les traduisit librement en français sous le titre de *Système du Monde* et les fit paraître à Bouillon en 1770. Une autre traduction (littérale celle-là), due à l'astronome toulousain Darquier et augmentée de remarques par M. d'Utenhove, fut publiée à Amsterdam en 1801.

l'ouvrage de Wright, et n'entra que plus tard en relations avec Kant.

Comme celui-ci, Lambert voyait dans chaque étoile un Soleil, entouré d'un certain nombre de comètes et de planètes avec lesquelles il forme un système de premier ordre. Selon lui, notre Soleil appartiendrait à un amas sphérique d'étoiles ayant comme diamètre environ 150 fois la distance de Sirius et composé d'environ un million et demi d'étoiles que nous voyons dispersées dans toutes les directions sur la voûte céleste et qui forment un système du second ordre. Toutes ces étoiles reliées entre elles circulent autour d'un corps central obscur ou autour d'un centre de gravité commun et leurs mouvements réels se combinent pour nous avec les mouvements apparents qui sont des suites du mouvement de notre Soleil et forment ce qu'on appelle les mouvements propres ressortant de l'observation des étoiles fixes.

Il y a un grand nombre de tels systèmes du second ordre, et leur ensemble forme un système du troisième ordre, qui n'est autre que la Voie lactée. Celle-ci a la forme d'un disque qui, en son épaisseur relativement faible, a un diamètre égal environ à 150.000 fois la distance de Sirius et, vraisemblablement possède aussi un corps central autour duquel se meuvent ses membres isolés. Il pourrait y avoir un grand nombre de semblables voies lactées formant par leur ensemble un système de quatrième ordre, et peut-être pourrait-on aller plus loin, si notre puissance de compréhension y suffisait.

D'une manière générale, ce sont des idées à peu près analogues à celles de Lambert que ses successeurs ont soutenues.

Malheureusement, les *Lettres cosmologiques* laissaient à

désirer quant à la forme, (Lambert était loin d'avoir le talent de Fontenelle) et cet ouvrage, très admiré par quelques-uns des contemporains de l'auteur, passa inaperçu pour le plus grand nombre.

Après avoir passé plusieurs années à Augsbourg, puis à Munich où il ne tarda pas à avoir des difficultés avec l'Académie, qui, tout d'abord, lui avait fait un très bon accueil, en 1764, il se rendit à Berlin où depuis longtemps il désirait s'établir. Son vœu fut exaucé : Frédéric ne tarda pas à l'attacher à son Académie et à lui faire une pension suffisante pour qu'il pût vivre à l'aise. Toutefois, son caractère difficile fut parfois cause de dissentiments entre lui et ses collègues, et on dit que c'est sa présence à Berlin qui détermina Euler à retourner à Pétersbourg, dont le climat, cependant, était dangereux pour sa santé.

Quoi qu'il en soit, il continua à travailler ; on lui confia, parfois sans le consulter, des fonctions publiques, par exemple, celle de conseiller supérieur des bâtiments ; mais c'est à la science mathématique, pure ou appliquée, qu'il continua à consacrer le meilleur de son temps et de ses forces : le problème des trois corps, des études sur le frottement, sur l'artillerie, etc, l'occupèrent tour à tour. La Physique ne prit pas moins son temps que les Mathématiques proprement dites. Il rêvait de consacrer un grand ouvrage à la théorie de la chaleur, mais c'est à peine s'il put le terminer.

On conçoit qu'une pareille activité, dont nous sommes loin de nommer tous les fruits, ait rapidement usé les forces de Lambert. Il succomba le 25 septembre 1777 aux suites d'un catarrhe qu'il avait eu le tort de négliger et surtout de vouloir soigner d'après ses propres idées.

En 1828, la ville de Mulhouse célébra l'anniversaire de la naissance de Lambert en inaugurant un monument destiné à rappeler la mémoire du grand géomètre. On avait parlé, à cette époque, de lui rendre un autre hommage en publiant ses œuvres complètes, malheureusement, il n'a pas été donné suite à cette pensée.

Les Herschel. — Aux belles conceptions de Wright, de Kant, de Lambert, il manquait un point d'appui. De leur temps, le ciel étoilé n'avait pas été suffisamment étudié dans son ensemble. La masse d'observations faites jusqu'alors dans les divers observatoires européens, quoique considérable, était loin d'être ce qu'il aurait fallu pour que les spéculations des philosophes fussent autre chose que des intuitions heureuses, et, d'ailleurs, ces observations, pour la presque totalité n'avaient pas été publiées et se trouvaient consignées dans des registres manuscrits à peu près inaccessibles à ceux qu'elles auraient intéressés. Il y avait donc une lacune à combler, et, par bonheur il se trouva un homme de génie que les circonstances favorisèrent si bien que, dans l'espace d'un demi-siècle, il réussit à rendre à l'Astronomie les services les plus méritants, à satisfaire au plus urgent de ses besoins.

Cet homme s'appelait William ou plutôt Wilhelm Herschel. Il était né à Hanovre, alors possession de la couronne d'Angleterre, le 15 novembre 1738, d'un artiste musicien sans la moindre fortune, qui avait neuf autres enfants. Le jeune homme dut donc subvenir de bonne heure à ses besoins, et, à l'âge de 21 ans, on le voit se rendre en Angleterre, où, après quelques années pénibles, il fut chargé de diriger la musique d'un régiment anglais.

C'était une position sortable, qu'améliorèrent un certain nombre de leçons particulières, données à des amateurs de musique. — Quelques années plus tard, Herschel devint organiste.

Mais il n'avait pas attendu cette époque pour compléter ses premières études, qui avaient été plutôt superficielles ; il se perfectionna en français, apprit le latin, un peu de grec, et beaucoup de Mathématiques.

Un hasard heureux lui ayant mis entre les mains un télescope de deux pieds de long, il fut émerveillé de ce que lui montrait dans le ciel ce petit instrument, et, ses ressources pécuniaires ne lui permettant pas de faire autrement, il résolut d'en construire de ses mains un autre, de dimensions bien supérieures. Après des essais de tout genre que lui demandèrent plusieurs années, il put enfin contempler les astres dans un télescope newtonien de cinq pieds anglais de longueur focale. — C'est en 1774 qu'il arriva à cet heureux résultat. On sait qu'il ne s'en tint pas là et qu'il construisit des télescopes de plus en plus grands dont le plus remarquable, au point de vue des dimensions [1], avait une distance focale de 12 mètres et un diamètre de 1^m, 47. Tout le monde a vu des gravures représentant les télescopes de Herschel, supportés par un bâti dont la construction compliquée fait honneur aux talents de constructeur mécanicien de l'ancien chef de musique, qui fut d'ailleurs aidé, en cette circonstance, par un de ses frères, nommé Alexandre. — L'observa-

[1] Ce ne fut pas d'ailleurs celui des instruments de cette sorte construits par Herschel qui fut le plus utile. Un autre télescope, qui n'avait que 20 pieds de distance focale, rendit beaucoup plus de services.

teur, installé sur un support mobile qui le mettait en face de l'ouverture de l'instrument, et armé d'une loupe, pouvait tout à loisir examiner l'image réfléchie par le miroir.

Herschel ne montra pas moins de talent pour la fabrication des miroirs que lorsqu'il s'agissait de concevoir et de construire des appareils mécaniques. — Il en tailla et polit plusieurs centaines de toutes les dimensions ; on conçoit donc que son habileté soit devenue prodigieuse et qu'il soit arrivé à formuler des règles dont l'observation donnait à son travail toute la perfection qu'on pouvait espérer. Nous avons indiqué plus haut, par exemple, (page 240) comment il s'y prenait pour avoir des miroirs de plus en plus parfaits.

L'observateur alors se servait de l'instrument obtenu par tant de labeurs, et en faisait l'usage le plus fructueux.

C'est ainsi que le 13 mars 1781, Herschel découvrit la planète que nous appelons Uranus, mais à laquelle il avait voulu imposer le nom de *Georgium sidus*, en l'honneur du roi Georges III, qui fut son constant protecteur. — Cette découverte fit sensation, car c'était presque un article de foi qu'il n'y avait dans le ciel que six planètes [1].

Un autre travail, non moins important, fut celui où Herschel, par la comparaison des mouvements propres de certaines étoiles, découvrit que le Soleil n'occupe pas une position fixe dans l'espace, mais qu'il se déplace entraînant

[1] On disait couramment, il est vrai, les sept planètes, mais c'était en y comprenant la Lune.

avec lui son cortège de planètes, et qu'il marche vers un point (*apex*) qui est situé dans la constellation d'Hercule. D'autres, Lambert et Mayer, notamment, avaient eu cette idée avant lui, mais, en ce qui concerne cette question, le principal mérite consistait à mettre le phénomène en évidence, d'après la comparaison de nombres pouvant être entachés d'erreur, et, de plus, très petits.

Après Herschel, Galloway, (d'après les mouvements propres des étoiles de l'hémisphère austral), Argelander, Bravais, Otto Struve, et, à une époque plus récente, son fils Ludwig Struve, MM. Newcomb, Boss et Campbell ont cherché à déterminer de nouveau la position de l'apex sur la sphère céleste. La difficulté du problème est telle qu'on ne doit pas être surpris qu'ils soient arrivés à des résultats assez peu concordants,

Une multitude d'autres découvertes vinrent encore illustrer le nom d'Herschel. Sans prétendre les énumérer toutes, nous rappellerons qu'il a trouvé six satellites d'Uranus et remarqué leur mouvement rétrograde. (1787-1798), deux nouveaux satellites de Saturne (1789), et déterminé le mouvement de rotation de l'anneau qui entoure cette planète ; de même, on lui doit de nous avoir fait connaître l'inclinaison de l'axe de rotation de Mars sur le plan de son orbite, d'avoir fait une foule d'études sur la Lune, sur les comètes, en particulier sur celle de 1811, sur le spectre solaire, etc.

Enfin, non moins physicien qu'astronome, Herschel a publié un grand nombre de mémoires sur les phénomènes de l'Optique en particulier, au moyen du thermomètre, il a trouvé que le spectre solaire se prolonge, du côté du rouge, bien au delà des limites visibles. — A ce point de vue, comme à beaucoup d'autres, son fils John

(1792-1871)[1] a marché sur ses traces, on lui doit un grand *Traité d'Optique*, qui a été traduit en français.

Mais, ce qui est le plus important à mentionner ici, c'est que W. Herschel a été le premier à faire d'immenses séries d'observations qui lui servirent de fondement pour établir une théorie de la structure de l'univers étoilé. Sa méthode des « jauges d'étoiles » consistait à compter le nombre d'étoiles qui passaient dans un temps donné dans le champ de son télescope de vingt pieds de foyer, qui avait un diamètre de 15′ 4″. — Son idée fondamentale était la suivante : — Si les étoiles sont uniformément réparties dans l'espace, et si l'instrument employé atteint les limites extrêmes de notre système, toutes les étoiles visibles sont contenues dans un cône, ayant l'œil de l'observateur pour sommet, et ayant pour angle d'ouverture

[1] On sait que John Herschel, brillant élève d'Eton et de Cambridge, a continué les travaux de son père sur les étoiles doubles, les nébuleuses, etc. Afin d'avoir un terrain nouveau à explorer, il se transporta au Cap de Bonne-Espérance, et y séjourna quatre ans, de 1834 à 1838 ; les résultats des études effectuées pendant ce voyage scientifique se trouvent dans un beau volume in-4°, publié en 1847. — Un certain Nicollet, qui faisait partie du Bureau des Longitudes, bien qu'il n'eût qu'un talent très médiocre, et, chose plus grave, que son honorabilité fût suspecte, finit par être rayé de la liste des membres du Bureau, dès qu'il eût été prouvé qu'il le méritait amplement. Il quitta l'Europe, et, pour se venger, fit paraître de soi-disant lettres de John Herschel, où il était fait mention de découvertes sensationnelles faites à l'aide de son grand télescope. — Herschel aurait réussi à voir les habitants de la Lune, qui étaient des espèces d'hommes ailés, etc. Le public prit ces sottises au sérieux, et Arago dut déclarer en pleine Académie, qu'il n'y avait là qu'une stupide mystification. Cela se passait en 1836. Nous ignorons quelle a été la fin de Nicollet, mais elle a dû être misérable, et il n'y a pas lieu de s'en affliger.

constant le champ du télescope, mais dont la hauteur est variable, si le système de la Voie lactée n'est pas une sphère dont le Soleil occuperait le centre. — Le nombre des étoiles uniformément réparties dans un tel cône serait proportionnel au cube de sa hauteur ; et par suite, les dénombrements des étoiles visibles dans telle ou telle direction feraient connaître approximativement la distance de la limite où finit notre système dans cette direction. — Herschel travailla pendant trente ans selon le plan qu'il s'était formé, mais il va sans dire qu'il ne put diriger son télescope, dont le champ n'embrassait que la $\frac{1}{833\,000}$ partie du ciel, vers toutes les régions de celui-ci. Il dut se borner à sonder l'espace dans des directions choisies, et, finalement, après avoir plus d'une fois modifié ses idées, il arriva à cette conclusion que la Voie lactée est un énorme assemblage d'amas d'étoiles à la structure généralement irrégulière, entremêlé de parties nébuleuses brillant d'un faible éclat ; son épaisseur est faible relativement à sa longueur, mais la proportion entre ces deux dimensions ne peut être déterminée.

La gloire d'Herschel était répandue dans le monde entier, et il jouit de tous les honneurs auxquels peut aspirer un savant ; membre de la Société Royale de Londres en 1781, il devint membre de l'Institut en 1802, pendant la courte période où la France et l'Angleterre furent en paix sous le Consulat ; enfin, quand les astronomes anglais résolurent d'associer leurs travaux et de fonder la Société Royale astronomique (1820) ce fut l'astronome de Slough que, d'un commun accord, ils choisirent pour occuper le premier le fauteuil de la présidence.

Herschel avait alors quatre-vingt deux ans, on ne devait donc pas compter le voir longtemps à la tête de la nouvelle société savante. Il mourut en effet le 25 août 1822, sans trop souffrir, et pouvant se rendre ce témoignage qu'il avait admirablement employé sa vie.

La mémoire de William Herschel n'a pas cessé d'être honorée par les savants de sa patrie d'adoption. En 1910, la Société Royale astronomique, unie à la Société Royale de Londres, a décidé la publication de ses œuvres complètes ; c'est M. Dreyer, l'éditeur des œuvres de Tycho-Brahé, qui a été chargé de surveiller l'impression de cette collection, impatiemment attendue par les astronomes du monde entier [1].

Nous n'irons pas plus loin. Depuis soixante ans, la science astronomique s'est prodigieusement enrichie. La Mécanique céleste, cultivée par les Le Verrier, les Tisserand, les Henri Poincaré a fait des progrès immenses ; d'autre part, les moyens matériels dont disposent les astronomes d'aujourd'hui sont infiniment supérieurs à ceux dont jouissaient Argelander, Hind, ou Yvon Villarceau.

[1] Les deux premiers volumes de ces *Scientific Papers* ont paru en 1912.

Les précieux manuscrits de Herschel ont été offerts par ses descendants à la Société Royale astronomique de Londres.

Il serait injuste de ne pas faire mention ici de miss Caroline Herschel (1750-1848), qui fut pour son frère l'assistant, le secrétaire et le calculateur le plus dévoué. Elle découvrit plusieurs comètes, notamment en 1786 et 1788. Lalande voulait la faire récompenser par l'Académie des Sciences de Paris, mais la savante compagnie redouta, nous dit-il, d'être accusée d'un excès de galanterie.

Les observatoires existants sont, d'après la *Connaissance des Temps*, au nombre de 231, dont 16 dans l'hémisphère austral. Celui de ces établissements qui est le plus voisin du pôle nord se trouve à Abo, dont la latitude est environ 60°20′ ; le plus méridional est à Wellington, dans la Nouvelle-Zélande, par une latitude de 41°17′. Le souhait exprimé par Bougainville, de voir un observatoire à la Terre de Feu, sera peut-être réalisé un jour, rien n'indique que ce jour doive être prochain.

Les instruments ont atteint des dimensions qui auraient paru inouïes à nos prédécesseurs, les objectifs ayant 80 centimètres de diamètre n'ont plus rien d'extraordinaire. En Amérique, on a même dépassé cette quantité. L'objectif de Yerkes-Observatory a un mètre de diamètre.

Une modification mécanique a grandement diminué la fatigue des observateurs ; c'est celle qui consiste à « couder » l'instrument. Il ne semble pas que cette innovation se voie en dehors des observatoires français, mais elle a pour elle l'avenir.

Les télescopes ont grandi dans une proportion supérieure encore à celle des lunettes. Les dimensions que Foucault, après les avoir perfectionnés à bien d'autres points de vue, avait atteintes, sont de beaucoup dépassées. L'observatoire du Mont-Wilson, fondé par la Carnegie-Institution, possède ou va posséder un télescope pourvu d'un miroir de 2^{m},50 de diamètre. Nous-mêmes, nous pouvons espérer que, dans quelques années, nous disposerons d'un instrument encore plus colossal, qui sera installé dans une de nos colonies africaines.

Le malheur est que ces instruments gigantesques ne peuvent être employés utilement qu'un petit nombre de nuits

dans le cours d'une année. C'est une chose fâcheuse, mais ce n'est pas une raison pour renoncer à s'en servir.

Que dire de la Spectroscopie et de la Photographie, si ce n'est qu'elles ne nous ont encore donné qu'une bien petite partie des richesses qu'elles nous promettent ? Les astronomes du XXI[e] siècle auront peine à croire que des vérités, devenues évidentes pour eux, nous étaient tout à fait inconnues.

Eux-mêmes, ils seront des ignorants pour leurs successeurs, car le mot que Laplace prononçait sur son lit de mort : « Ce que nous savons est peu de chose, ce que nous ignorons est immense » est et sera éternellement vrai.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Nous avons, dans les premières pages de ce livre, indiqué les principaux ouvrages consacrés, depuis deux siècles environ, à l'histoire de la science du ciel, nous ne reviendrons donc pas sur ces ouvrages, et nous nous bornerons à en indiquer quelques autres, moins importants sans doute, mais qu'on peut avoir intérêt à consulter.

ESTÈVE. *Histoire générale et particulière de l'Astronomie*, Paris, 1755, trois volumes in-8°.

COSTARD. *History of Astronomy*, Oxford, 1767, in-4°.

JEAN III BERNOULLI. *Lettres astronomiques*, Berlin, 1771, in-8°.
Recueil pour les astronomes, Berlin, 1771-1779, 3 vol. in-8°.
Nouvelles littéraires de divers pays, Berlin, 1776-79, 6 cahiers in-8°.
Lettres sur différents sujets, Berlin, 1777-79, 3 vol. in-8°.

JAHN (A). *Geschichte der Astronomie von 1801-1842*, Leipzig, 1844.

MARIE (Maximilien). *Histoire des sciences mathématiques et physiques*, 12 vol. in-8°, Paris, 1883-88.

AGNES CLERKE (Miss). *A popular History of Astronomy during the 19th century*, Edimbourg, 1885. — 2e édition, 1887, traduction allemande publiée en 1889.

Notons enfin que dans les *Astronomische Nachrichten*, qui paraissent depuis 1823, et dans les *Monthly Notices* de la Société Royale Astronomique de Londres qui datent de 1831, on trouve de très nombreuses biographies d'astronomes, publiées à l'occasion de leurs décès.

INDEX DES NOMS CITÉS DANS CET OUVRAGE

TABLE DES MATIÈRES

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE,

Nous avons entrepris la publication, sous la direction générale de son fondateur, le Dr Toulouse, Directeur à l'École des Hautes-Études, d'une Encyclopédie scientifique de langue française dont on mesurera l'importance à ce fait qu'elle est divisée en 40 sections ou Bibliothèques et qu'elle comprendra environ 1 000 volumes. Elle se propose de rivaliser avec les plus grandes encyclopédies étrangères et même de les dépasser, tout à la fois par le caractère nettement scientifique et la clarté de ses exposés, par l'ordre logique de ses divisions et par son unité, enfin par ses vastes dimensions et sa forme pratique.

PLAN GÉNÉRAL DE L'ENCYCLOPÉDIE

Mode de publication. — L'*Encyclopédie* se composera de monographies scientifiques, classées méthodiquement et formant dans leur enchaînement un exposé de toute la science. Organisée sur un plan systématique, cette Encyclopédie, tout en évitant les inconvénients des Traités, — massifs, d'un prix global élevé, difficiles à consulter, — et les inconvénients des Dictionnaires, — où les articles scindés irrationnellement, simples chapitres alphabétiques, sont toujours nécessairement incomplets, — réunira les avantages des uns et des autres.

Du Traité, l'*Encyclopédie* gardera la supériorité que possède un

ensemble complet, bien divisé et fournissant sur chaque science tous les enseignements et tous les renseignements qu'on en réclame. Du Dictionnaire, l'*Encyclopédie* gardera les facilités de recherches par le moyen d'une table générale, l'*Index* de l'*Encyclopédie*, qui paraîtra dès la publication d'un certain nombre de volumes et sera réimprimé périodiquement. L'*Index* renverra le lecteur aux différents volumes et aux pages où se trouvent traités les divers points d'une question.

Les éditions successives de chaque volume permettront de suivre toujours de près les progrès de la science. Et c'est par là que s'affirme la supériorité de ce mode de publication sur tout autre. Alors que, sous sa masse compacte, un traité, un dictionnaire ne peut être réédité et renouvelé que dans sa totalité et qu'à d'assez longs intervalles, inconvénients graves qu'atténuent mal des suppléments et des appendices, l'*Encyclopédie scientifique*, au contraire, pourra toujours rajeunir les parties qui ne seraient plus au courant des derniers travaux importants. Il est évident, par exemple, que si des livres d'algèbre ou d'acoustique physique peuvent garder leur valeur pendant de nombreuses années, les ouvrages exposant les sciences en formation, comme la chimie physique, la psychologie ou les technologies industrielles, doivent nécessairement être remaniés à des intervalles plus courts.

Le lecteur appréciera la souplesse de publication de cette *Encyclopédie*, toujours vivante, qui s'élargira au fur et à mesure des besoins dans le large cadre tracé dès le début, mais qui constituera toujours, dans son ensemble, un traité complet de la Science, dans chacune de ses sections un traité complet d'une science, et dans chacun de ses livres une monographie complète. Il pourra ainsi n'acheter que telle ou telle section de l'*Encyclopédie*, sûr de n'avoir pas des parties dépareillées d'un tout.

L'*Encyclopédie* demandera plusieurs années pour être achevée ; car pour avoir des expositions bien faites, elle a pris ses collaborateurs plutôt parmi les savants que parmi les professionnels de la rédaction scientifique que l'on retrouve généralement dans les œuvres similaires. Or les savants écrivent peu et lentement : et il est préférable de laisser temporairement sans attribution certains ouvrages plutôt que de les confier à des auteurs insuffisants. Mais cette lenteur et ces vides ne présenteront pas d'inconvénients, puisque chaque

livre est une œuvre indépendante et que tous les volumes publiés sont à tout moment réunis par l'*Index* de l'*Encyclopédie*. On peut donc encore considérer l'Encyclopédie comme une librairie, où les livres soigneusement choisis, au lieu de représenter le hasard d'une production individuelle, obéiraient à un plan arrêté d'avance, de manière qu'il n'y ait ni lacune dans les parties ingrates, ni double emploi dans les parties très cultivées.

Caractère scientifique des ouvrages. — Actuellement, les livres de science se divisent en deux classes bien distinctes : les livres destinés aux savants spécialisés, le plus souvent incompréhensibles pour tous les autres, faute de rappeler au début des chapitres les connaissances nécessaires, et surtout faute de définir les nombreux termes techniques incessamment forgés, ces derniers rendant un mémoire d'une science particulière inintelligible à un savant qui en a abandonné l'étude durant quelques années ; et ensuite les livres écrits pour le grand public, qui sont sans profit pour des savants et même pour des personnes d'une certaine culture intellectuelle.

L'*Encyclopédie scientifique* a l'ambition de s'adresser au public le plus large. Le savant spécialisé est assuré de rencontrer dans les volumes de sa partie une mise au point très exacte de l'état actuel des questions ; car chaque Bibliothèque, par ses techniques et ses monographies, est d'abord faite avec le plus grand soin pour servir d'instrument d'études et de recherches à ceux qui cultivent la science particulière qu'elle présente, et sa devise pourrait être : *Par les savants, pour les savants*. Quelques-uns de ces livres seront même, par leur caractère didactique, destinés à servir aux études de l'enseignement secondaire ou supérieur. Mais, d'autre part, le lecteur non spécialisé est certain de trouver, toutes les fois que cela sera nécessaire, au seuil de la section, — dans un ou plusieurs volumes de généralités, — et au seuil du volume, — dans un chapitre particulier, — des données qui formeront une véritable introduction le mettant à même de poursuivre avec profit sa lecture. Un vocabulaire technique, placé, quand il y aura lieu, à la fin du volume, lui permettra de connaître toujours le sens des mots spéciaux.

II
ORGANISATION SCIENTIFIQUE

Par son organisation scientifique, l'*Encyclopédie* paraît devoir offrir aux lecteurs les meilleures garanties de compétence. Elle est divisée en Sections ou Bibliothèques, à la tête desquelles sont placés des savants professionnels spécialisés dans chaque ordre de sciences et en pleine force de production, qui, d'accord avec le Directeur général, établissent les divisions des matières, choisissent les collaborateurs et acceptent les manuscrits. Le même esprit se manifestera partout : éclectisme et respect de toutes les opinions logiques, subordination des théories aux données de l'expérience, soumission à une discipline rationnelle stricte ainsi qu'aux règles d'une exposition méthodique et claire. De la sorte, le lecteur, qui aura été intéressé par les ouvrages d'une section dont il sera l'abonné régulier, sera amené à consulter avec confiance les livres des autres sections dont il aura besoin, puisqu'il sera assuré de trouver partout la même pensée et les mêmes garanties. Actuellement, en effet, il est, hors de sa spécialité, sans moyen pratique de juger de la compétence réelle des auteurs.

Pour mieux apprécier les tendances variées du travail scientifique adapté à des fins spéciales, l'*Encyclopédie* a sollicité, pour la direction de chaque Bibliothèque, le concours d'un savant placé dans le centre même des études du ressort. Elle a pu ainsi réunir des représentants des principaux Corps savants, Établissements d'enseignement et de recherches de langue française :

Institut.
Académie de Médecine.
Collège de France.
Muséum d'Histoire naturelle.
Ecole des Hautes-Études.
Sorbonne et Ecole normale.
Facultés des Sciences.
Facultés des Lettres.
Facultés de médecine.
Instituts Pasteur.
Ecole des Ponts et Chaussées.
École des Mines.
Ecole Polytechnique.
Conservatoire des Arts et Métiers.
Ecole d'Anthropologie.
Institut National agronomique.
École vétérinaire d'Alfort.
École supérieure d'Électricité.
École de Chimie industrielle de Lyon.
École des Beaux-Arts.
École des Sciences politiques.
Observatoire de Paris.
Hôpitaux de Paris.

III

BUT DE L'ENCYCLOPÉDIE

Au XVIIIe siècle, « l'Encyclopédie » a marqué un magnifique mouvement de la pensée vers la critique rationnelle. A cette époque, une telle manifestation devait avoir un caractère philosophique. Aujourd'hui, l'heure est venue de renouveler ce grand effort de critique, mais dans une direction strictement scientifique ; c'est là le but de la nouvelle *Encyclopédie*.

Ainsi la science pourra lutter avec la littérature pour la direction des esprits cultivés, qui, au sortir des écoles, ne demandent guère de conseils qu'aux œuvres d'imagination et à des encyclopédies où la science a une place restreinte, tout à fait hors de proportion avec son importance. Le moment est favorable à cette tentative ; car les nouvelles générations sont plus instruites dans l'ordre scientifique que les précédentes. D'autre part la science est devenue, par sa complexité et par les corrélations de ses parties, une matière qu'il n'est plus possible d'exposer sans la collaboration de tous les spécialistes, unis là comme le sont les producteurs dans tous les départements de l'activité économique contemporaine.

A un autre point de vue, l'*Encyclopédie*, embrassant toutes les manifestations scientifiques, servira comme tout inventaire à mettre au jour les lacunes, les champs encore en friche ou abandonnés, — ce qui expliquera la lenteur avec laquelle certaines sections se développeront, — et suscitera peut-être les travaux nécessaires. Si ce résultat est atteint, elle sera fière d'y avoir contribué.

Elle apporte en outre une classification des sciences et, par ses divisions, une tentative de mesure, une limitation de chaque domaine. Dans son ensemble, elle cherchera à refléter exactement le prodigieux effort scientifique du commencement de ce siècle et un moment de sa pensée, en sorte que dans l'avenir elle reste le document principal où l'on puisse retrouver et consulter le témoignage de cette époque intellectuelle.

On peut voir aisément que l'*Encyclopédie* ainsi conçue, ainsi réalisée, aura sa place dans toutes les bibliothèques publiques, universitaires et scolaires, dans les laboratoires, entre les mains des savants, des industriels et de tous les hommes instruits qui veulent se tenir

au courant des progrès, dans la partie qu'ils cultivent eux-mêmes ou dans tout le domaine scientifique. Elle fera jurisprudence, ce qui lui dicte le devoir d'impartialité qu'elle aura à remplir.

Il n'est plus possible de vivre dans la société moderne en ignorant les diverses formes de cette activité intellectuelle qui révolutionne les conditions de la vie ; et l'interdépendance de la science ne permet plus aux savants de rester cantonnés, spécialisés dans un étroit domaine. Il leur faut, — et cela leur est souvent difficile, — se mettre au courant des recherches voisines. A tous, l'*Encyclopédie* offre un instrument unique dont la portée scientifique et sociale ne peut échapper à personne.

IV

CLASSIFICATION DES MATIÈRES SCIENTIFIQUES

La division de l'*Encyclopédie* en Bibliothèques a rendu nécessaire l'adoption d'une classification des sciences, où se manifeste nécessairement un certain arbitraire, étant donné que les sciences se distinguent beaucoup moins par les différences de leurs objets que par les divergences des aperçus et des habitudes de notre esprit. Il se produit en pratique des interpénétrations réciproques entre leurs domaines, en sorte que, si l'on donnait à chacun l'étendue à laquelle il peut se croire en droit de prétendre, il envahirait tous les territoires voisins ; une limitation assez stricte est nécessitée par le fait même de la juxtaposition de plusieurs sciences.

Le plan choisi, sans viser à constituer une synthèse philosophique des sciences, qui ne pourrait être que subjective, a tendu pourtant à échapper dans la mesure du possible aux habitudes traditionnelles d'esprit, particulièrement à la routine didactique, et à s'inspirer de principes rationnels.

Il y a deux grandes divisions dans le plan général de l'*Encyclopédie* ; d'un côté les sciences pures, et, de l'autre, toutes les technologies qui correspondent à ces sciences dans la sphère des applications. A part et au début, une Bibliothèque d'introduction générale est

consacrée à la philosophie des sciences (histoire des idées directrices, logique et méthodologie).

Les sciences pures et appliquées présentent en outre une division générale en sciences du monde inorganique et en sciences biologiques. Dans ces deux grandes catégories, l'ordre est celui de particularité croissante, qui marche parallèlement à une rigueur décroissante. Dans les sciences biologiques pures enfin, un groupe de sciences s'est trouvé mis à part, en tant qu'elles s'occupent moins de dégager des lois générales et abstraites que de fournir des monographies d'êtres concrets, depuis la paléontologie jusqu'à l'anthropologie et l'ethnographie.

Étant donnés les principes rationnels qui ont dirigé cette classification, il n'y a pas lieu de s'étonner de voir apparaître des groupements relativement nouveaux, une biologie générale, — une physiologie et une pathologie végétales, distinctes aussi bien de la botanique que de l'agriculture, — une chimie physique, etc.

En revanche, des groupements hétérogènes se disloquent pour que leurs parties puissent prendre place dans les disciplines auxquelles elles doivent revenir. La géographie, par exemple, retourne à la géologie, et il y a des géographies botanique, zoologique, anthropologique, économique, qui sont étudiées dans la botanique, la zoologie, l'anthropologie, les sciences économiques.

Les sciences médicales, immense juxtaposition de tendances très diverses, unies par une tradition utilitaire, se désagrègent en des sciences ou des techniques précises ; la pathologie, science de lois, se distingue de la thérapeutique ou de l'hygiène qui ne sont que les applications des données générales fournies par les sciences pures, et à ce titre mises à leur place rationnelle.

Enfin, il a paru bon de renoncer à l'anthropocentrisme qui exigeait une physiologie humaine, une anatomie humaine, une embryologie humaine, une psychologie humaine. L'homme est intégré dans la série animale dont il est un aboutissant. Et ainsi, son organisation, ses fonctions, son développement s'éclairent de toute l'évolution antérieure et préparent l'étude des formes plus complexes des groupements organiques qui sont offertes par l'étude des sociétés.

On peut voir que, malgré la prédominance de la préoccupation pratique dans ce classement des Bibliothèques de l'*Encyclopédie scientifique*, le souci de situer rationnellement les sciences dans leurs

rapports réciproques n'a pas été négligé. Enfin il est à peine besoin d'ajouter que cet ordre n'implique nullement une hiérarchie, ni dans l'importance ni dans les difficultés des diverses sciences. Certaines, qui sont placées dans la technologie, sont d'une complexité extrême, et leurs recherches peuvent figurer parmi les plus ardues.

Mode de publication. — Les volumes, illustrés pour la plupart, seront publiés dans le format in-18 jésus et cartonnés. De dimensions commodes, ils auront 400 pages environ, ce qui représente une matière suffisante pour une monographie ayant un objet défini et important, établie du reste selon l'économie du projet qui saura éviter l'émiettement des sujets d'exposition.

TABLE DES BIBLIOTHÈQUES

Directeur : Dr TOULOUSE, Directeur de Laboratoire à l'Ecole des Hautes-Études.

Secrétaire général : H. PIÉRON,

Secrétaire pour les sciences techniques : L. POTIN.

Directeurs des Bibliothèques :

1. *Histoire et Philosophie des Sciences* . . . . A. Rey, professeur d'Histoire de la Philosophie dans ses rapports avec la Science à la Sorbonne.

I. Sciences pures

A. Sciences mathématiques :

2. *Mathématiques* . . . J. Drach, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

3. *Mécanique* . . . . J. Drach, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

B. Sciences inorganiques :

4. *Physique*. . . . . A. Leduc, professeur de physique à la Sorbonne.

5. *Chimie physique* . . J. Perrin, professeur de chimie-physique à la Sorbonne.

6. *Chimie* . . . . . A. Pictet, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève.

7. *Astronomie et Physique céleste* . . . . . J. Mascart, professeur à l'Université, directeur de l'Observatoire de Lyon.

8. *Météorologie*. . . . J. Mascart, professeur à l'Université, directeur de l'Observatoire de Lyon.

9. *Minéralogie et Pétrographie*. . . . A. Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

10. *Géologie*	M. Boule, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, directeur de l'Institut de Paléontologie humaine.
11. *Océanographie physique*	J. Richard, directeur du Musée Océanographique de Monaco.

C. Sciences biologiques normatives :

12. *Biologie générale* . .	M. Caullery, professeur de zoologie à la Sorbonne.
13. *Physique biologique* .	A. Imbert, professeur honoraire à la Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier, professeur à l'École de Médecine de Marseille.
14. *Chimie biologique* . .	G. Bertrand, professeur de chimie biologique à la Sorbonne, professeur à l'Institut Pasteur.
15. *Physiologie et Pathologie végétales* . . .	L. Mangin, de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle.
16. *Physiologie*	J.-P. Langlois, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, directeur de la *Revue générale des Sciences*.
17. *Psychologie*	E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études, médecin en chef de l'asile Sainte-Anne.
18. *Sociologie*	G. Richard, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

---

19. *Microbiologie et Parasitologie*		A. Calmette, membre de l'Académie de Médecine, sous directeur de l'Institut Pasteur, et F. Bezançon, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris, médecin des Hôpitaux.
20. *Pathologie.*	A. *Patholog. médicale* .	M. Klippel, médecin des Hôpitaux de Paris.
	B. *Neurologie* . . .	E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études, médecin en chef de l'asile Sainte-Anne.
	C. *Path. chirurgicale* .	R. Proust, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, chirurgien des Hôpitaux.

D. Sciences biologiques descriptives :

II. Sciences appliquées

A. Sciences mathématiques :

B. Sciences inorganiques :

32. *Géologie et minéralogie appliquées* . . . . L. Cayeux, professeur au Collège de France et à l'Institut national agronomique.

33. *Construction*. . . . A. Mesnager, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

C. Sciences biologiques :

34. *Industries biologiques* . G. Bertrand, professeur de chimie biologique à la Sorbonne, professeur à l'Institut Pasteur.

35. *Botanique appliquée et agriculture* . .
    - A. *Phanérogames* . H. Lecomte, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
    - B. *Cryptogames* . L. Mangin, de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle.

36. *Zoologie appliquée*. . J. Pellegrin, assistant au Muséum d'Histoire naturelle.

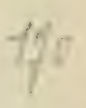
37. *Thérapeutique générale et pharmacologie*. . G. Pouchet, membre de l'Académie de Médecine, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.

38. *Hygiène et médecine publiques* . . . . A. Calmette, membre de l'Académie de Médecine, sous-directeur de l'Institut Pasteur.

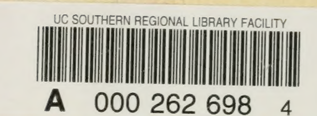
39. *Psychologie appliquée*. E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études, médecin en chef de l'asile Sainte-Anne.

40. *Sociologie appliquée* . Th. Ruyssen, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

M. Albert Maire, bibliothécaire à la Sorbonne, est chargé de l'*Index* de l'Encyclopédie scientifique.



Saint-Amand (Cher). — Imprimerie Bussière.


UC SOUTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY
A 000 262 698 4

